உயிரியல்துறைக் குறிப்புகள்

FULL Book

த. பா. நி. (க. வெ.) வரிசை எண் — 820

உயிரியல்களைக் கற்பித்தல்

ஆசிரியர்

கி. இராசகோபால், எம்.எஸ்சி., பி.டி.,
உயிரியல் துணைப் பேராசிரியர்,
அரசு ஆசிரியப் பயிற்சிக் கல்லூரி,
புதுக்கோட்டை.

தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

First Edition—SEPTEMBER, 1978
Number of Copies—1000

T.N.T.B.S. (C.P.) No. 820

© Government of Tamilnadu

TEACHING BIOLOGICAL SCIENCES

K. RAJAGOPAL

Price Rs. 13·90.

Published by the Tamilnadu Textbook Society under the Centrally Sponsored Scheme of Production of books and literature in regional languages at the University level, of the Government of India in the Ministry of Education and Social Welfare (Department of Culture), New Delhi.

This book has been printed on concessional paper made available by the Government of India.

Printed by:
Udhaya Printers,
14, Chakrapani Street,
Madras-600 033.

SCANNED
SL No:................

அணிந்துரை

(திரு. செ. அரங்கநாயகம், தமிழகக் கல்வி அமைச்சர்)

தமிழைக் கல்லூரிச் கல்வி மொழியாக ஆக்கிப் பதினெட்டாண்டு கள் ஆகிவிட்டன. குறிப்பிட்ட சில கல்லூரிகளில் இளங்கலை வகுப்புவரை மாணவர்கள் தங்கள் பாடங்கள் அனைத்தையும் தமிழிலேயே கற்று வந்தனர். 1969 ஆம் ஆண்டிலிருந்து அறிவியல் பாடங்களையும் தமிழிலேயே கற்பிக்க ஏற்பாடு செய்துள்ளோம். தமிழிலேயே கற்பிப்போம் என முன்வந்துள்ள கல்லூரி ஆசிரியர் களின் ஊக்கம், பிற பல துறைகளில் தொண்டு செய்வோர் இதற் கெனத் தந்த உழைப்பு, தங்கள் சிறப்புத் துறைகளில் நூல்கள் எழுதித்தர முன்வந்துள்ள நூலாசிரியர்கள் தொண்டுணர்ச்சி இவற் றின் காரணமாக இத் திட்டம் நம்மிடையே மகிழ்ச்சியும் மனநிறை வும் தரத்தக்க வகையில் நடைபெற்று வருகிறது. இவ்வகை யில் கல்லூரிப் பேராசிரியர்கள் கலை, அறிவியல் பாடங்களை மாணவர்களுக்குத் தமிழிலேயே பயிற்றுவிப்பதற்குத் தேவையான பயிற்சியைப் பெறுவதற்கு மதுரைப் பல்கலைக்கழகமும், சென்னைப் பல்கலைக்கழகமும் ஆண்டுதோறும் எடுத்துவரும் பெருமுயற்சியைக் குறிப்பிட்டுச் சொல்லவேண்டும்.

வரலாற்றியல், அரசியல், உளவியல், பொருளியல், மெய்ப் பொருளியல், புவியியல், புவியமைப்பியல், மனையியல், கணிதவியல், இயற்பியல், வேதியியல், உயிரியல், வானியல், புள்ளியியல், விலங்கியல், தாவரவியல், பொறியியல், சட்டவியல் ஆகிய எல்லாத் துறைகளிலும் மூல நூல்கள், மொழிபெயர்ப்பு நூல்கள் என்று இரு வகையிலும் தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம் நூல்களை வெளியிட்டு வருகிறது.

இவற்றுள் ஒன்றான **உயிரியல்களைக் கற்பித்தல்** என்னும் இந்நூல் தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனத்தின் 820ஆவது வெளியீடா கும். கல்லூரித் தமிழ்க் குழுவின் சார்பில் வெளியான 35 நூல்களை யும் சேர்த்து இதுவரை 855 நூல்கள் வெளிவந்துள்ளன. இந் நூல் மைய அரசு, கல்வி, சமூக நல அமைச்சகத்தின் 'மாநில மொழி யில் பல்கலைக்கழக நூல்கள் வெளியிடும் திட்டத்'தின்கீழ் வெளி யிடப்படுகிறது.

தமிழில் பயிலும் மாணவர்கள் உலக மாணவர்களிடையே சிறந்த இடம் பெறவேண்டும் என்பதே நம் குறிக்கோளாகும். கல்லூரிகளிலும் பல்கலைக்கழகங்களிலும் கலையியற் பாடங்களையும், அறிவியற் பாடங்களையும், தொழில்நுட்ப அறிவுப் பாடங்களையும் பயிலுகின்ற மாணவர்கள் அவற்றைத் தமிழில் பயிலவேண்டும் என்பதை வலியுறுத்தி வருவதற்குக் காரணம், தமிழறிவு வளர வேண்டும் என்பதைவிட, தமிழ் மக்களின் அறிவு ஆற்றல் எளிதாக, விரைவாக வளரவேண்டும் என்பதுதான். 'எதிலும் தமிழ்; எங்கும் தமிழ்' என்னும் குறிக்கோளை நிறைவேற்ற வேண்டிய கடப்பாடு, தமிழக ஆசிரியப் பெருமக்களையும் மாணவர்களையும் சார்ந்ததாகும். தமிழ்நாட்டுப் பல்கலைக்கழகங்களின் பல்வகை உதவிகளுக்கும் ஒத்துழைப்புக்கும் நம் மனம் கலந்த நன்றி உரித்தாகுக!

செ. அரங்கநாயகம்

பொருளடக்கம்

அறிவியல்—உயிரியல்—இன்றைய கருத்து 1

கல்வியியலும் உயிரியலும் — மனிதனின் தேவையும் உயிரியலின் சேவையும் — உயிரியல் பாட வளர்ச்சி— சுருக்கமான வரலாறு—உயிரியலில் முழுமையான நிலை — அறிவியல் கல்வியில் உயிரியலின் தொடர்பு — பிற அறிவியல் பாடங்களோடு உயிரியலின் தொடர்பு— அறிவியல் முறையும் பிரச்சினையைத் தீர்த்தலும்.

உயிரியல் கற்பிப்பதன் நோக்கங்கள் ... 23

அறிவைப் பெறுதல்—அறிவியல் முறையில் சிந்தித்தல் — அறிவியல் மனப்பான்மையை உருவாக்குதல் — அறிவியல் திறன்கள்—அறிவியல் கவர்ச்சி—அறிவியல் பழக்கங்களை ஏற்படுத்துதல்—உண்மையை உணர்ந்து போற்றுதல் — ஓய்வு நேரத்தைப் பயனுள்ள முறையில் பயன்படுத்துதல்—சிறந்த வாழ்க்கைக்குப் பயிற்சி அளித்தல்—தொழிலுக்கு அடிப்படையான பயிற்சி அளித்தல் — திறமைகளை வளர்த்தல்.

(அ) பாடத் திட்டமிடுதலைத் தயாரித்தல்— ... 35

பாடத் திட்டமிடுதலுக்கான காரணங்கள் — பாடத் திட்டமிடுதலில் உள்ள படிகள்—ஆயத்தம் செய்தல்— பாட நோக்கத்தைக் கூறல்—பாடத்தை அறிமுகப்படுத்துதல்—ஒப்பிடுதல்—பொதுவிதி காணல் — பயன்படுத்துதல்—நினைவுக்குக் கொண்டுவருதல்—மாதிரிப்பாடம்.

(ஆ). அலகுத் திட்டம் தயாரித்தல்— சிறந்த பாடப் பகுதிக்கான நல்ல அம்சம்—கற்பித்தலுக்கான பகுதியின் படிகள் — ஆயுத்தம் செய்தல்—முன்னறிவை அறிதல் —அறிமுகப்படுத்துதல் — கற்றதை ஒழுங்குபடுத்துதல் —சுருக்கிக் கூறல்—மீள்பார்வையும் பயிற்சி அளித்தலும் —மதிப்பிடுதல்—மாதிரி அலகுத் திட்டம்.

பக்கம்

பயிற்றும் முறைகள் .. 59

கற்பித்தலின் தன்மை : விரிவுரைமுறை—நிறைகள்—குறைகள்—நடைமுறை யோசனைகள்—செய்துகாட்டும் முறை — செயல்படுத்துதல்— திட்டமிடுதல்—அறிமுகப் படுத்துதல் — கரும்பலகைவேலை—பயன்கள்—குறைகள் —நடைமுறை யோசனைகள்—சோதனையை வெற்றிகரமாகச் செய்யச் சில குறிப்புகள்—பகுத்து ஆய்தலைச் செய்துகாட்டுதல் —விரிவுரையுடன் கூடிய செய்துகாட்டும் முறை—நல்ல செய்துகாட்டலுக்கான அடிப்படை அம்சங்கள் — சிறந்த செய்துகாட்டலுக்கான தேவைகள் — கவனிக்க வேண்டியவை — நிறைகள்—குறைகள் — நடைமுறை யோசனைகள் —தானே கண்டறியும் முறை—செயல்படுத்தும் முறை — ஆசிரியரின் பங்கு— நிறைகள்—குறைகள்—நடைமுறைப் பயன்கள் —தனிநபர் ஆய்வக முறை—கையாளும் முறை—நிறைகள்—குறைகள்—நடைமுறை யோசனைகள்—குழுவேலை முறை—ஒப்படை முறை—செய்முறை — முன்னேற்றப் பதிவேடு—நோக்கம்—திட்டமிடுதல்—நல்ல ஒப்படைக்கான சிறப்பு அம்சம்—நிறைகள்—குறைகள் — நடைமுறை யோசனை— பாடத்தலைப்பு முறை வாழ்க்கையை மையமாகக்கொண்ட தலைப்பு—சூழ்நிலை மையத் தலைப்பு —சூழ்நிலை—வாழ்க்கைத் தொடர்புடைய தலைப்புகள்—வரலாற்றுமுறை—வாழ்க்கை வரலாற்று முறை—செயல் திட்டமுறை —படிகள்—ஆசிரியரின் பங்கு—நல்ல செயல் திட்டத்திற்கான அடிப்படைத் தத்துவங்கள்—நிறைகள் — குறைகள்—நடைமுறை யோசனைகள்—பலவகையான செயல்திட்டங்கள்—சேகரிக்கும் செயல் திட்டம்—இனம் காணும் செயல்திட்டம்—செயல்களை அடிப்படையாகக் கொண்ட செயல் திட்டம்—சுற்றுலாச் செயல் திட்டம்—உற்றுநோக்குதலைக் கொண்ட செயல் திட்டம் — அளவாய்வு செயல்திட்டம் — தகவல் சேகரிக்கும் செயல் திட்டம்—பொருட்காட்சி செயல்திட்டம்.

உயிரியல் ஆய்வகம் 121

அறிவியல் ஆய்வகத்தின் அவசியம்—சிறப்பு அம்சங்கள்—திட்டமிடுதலும் அமைத்தலும்—அமைப்பு முறை —உயிரியல் ஆய்வகச் சுற்றுச் சூழல்கள்—தோட்டக் குடில் — அருஞ் செடி கொடிகளை வளர்க்கும்

பக்கம்

கண்ணாடிக் கூடு—சேகர அறை—ஆயத்த அறை—இருட்டறை—ஆய்வகத் துணைக்கருவிகள்—வகைகள்—வாங்கத் திட்டமிடுதல்—நிதிநிலை—காத்தலும் பராமரித்தலும்—ஆய்வகப் பதிவேடுகள்—துணைக் கருவிகளின் பதிவேடு—பதிவு செய்யும் முறை—ஆய்வக ஒழுங்கமைப்பு—ஆய்வக ஒழுங்கு முறையை வளர்த்தல்—செய்முறைப் பதிவேடுகள்—பரிசோதனைக்கான செய்முறைக் குறிப்புகள்—ஆய்வகத் துணை நூல்—செய்முறைக் குறிப்பு அட்டைகள்—ஆய்வக செய்முறைக் குறிப்புகள்—செய்முறைப் பணிக்கு ஏற்பாடு செய்தல்—செய்முறை வகுப்பிற்கான பணியை அமைத்தல்—களப்பணி—ஆய்வகப்பாதுகாப்பு முன்னெச்சரிக்கைகளும்முதலுதவியும்—ஆசிரியருக்கான சில விதிமுறைகள்—மாணாக்கர்களுக்கான விதிகள்—எதிர்பாராத விபத்துகள்—முதலுதவி—சில முக்கிய விபத்துக்கள்—சுட்ட புண்களும் வெந்த புண்களும்—கண்ணில் ஏற்படும் ஊறுகள்—வெட்டுக்காயங்களும், கீறல்களும்—நஞ்சுப் பொருள்கள்—மின் அதிர்ச்சிகள்—பூச்சி—தேள் கொட்டுதல்—முதலுதவிப்பெட்டி—சொந்தமாகத் தயாரிக்கப்பட்ட துணைக்கருவிகள்—பயன்கள்—உயிரியல் கற்பித்தலுக்கான சொந்தமாகச் செய்யும் துணைக் கருவிகள்.

பாட ஏற்பாடு அல்லது கல்வி ஏற்பாடு ... 188

கல்வி ஏற்பாடு குறித்து இன்றைய கருத்துகள்—கல்வி ஏற்பாட்டில் காணப்படும் குறைகள்—கல்விஏற்பாட்டின் சிறப்பு அம்சம்—கல்வி ஏற்பாடு அமைத்தலின் முக்கியக் கோட்பாடுகள்—பொருளைத் தேர்ந்தெடுத்தல்—பாடப் பொருளை அமைத்தல்—வரலாற்று ஒழுங்கு—உளவியல் ஒழுங்கு—பாடப்பகுதி ஒழுங்கு—பொதுமைய வட்ட ஒழுங்கு—பல வயதுநிலைக்கான பாட அமைப்பு—ஆரம்ப நிலை—நடுநிலை—உயர்நிலை வகுப்புகள்—உயர்நிலைப் பள்ளி உயிரியல் பாடத் திட்டத்தை ஆராய்தல்.

கற்பித்தலுக்கான துணைக்கருவிகளும் போதனு சாதனங்களும் ... 269

கற்பித்தலுக்கான துணைக்கருவிகள்—துணைக் கருவிகளின் தேவையும் பயனும்—போதனு உபகரணங்களின் வகைகள்—காட்சித் துணைக்கருவிகள்—பாடநூல்—

கரும்பலகை — படங்கள், மாதிரிப் படங்கள்—விளக்க வரைப் படங்கள்—நிழற் படங்கள்—மாதிரிப் பொருள் கள் — டயோரமா—பிளானல் பலகை—தகவல் பலகை —உயிரியலுக்கான சில காட்சிப் பொருள்கள்—ஒளியியல் துணைக்கருவிகள் — படம் பெருக்கி — கண்ணாடி நழு வங்களைத் தயாரித்தல் — எபிஸ்கோப்பு — எபிடயாஸ் கோப்பு — தலைக்குமேல் படம் வீழ்த்தும் கருவி—படச் சுருள் புரொஜெக்டர்—மைக்ரோ புரொஜெக்டர்—நுண் பெருக்காடி—கூட்டு நுண்பெருக்காடி—நிழற்படக் கருவி — வானொலி—ஒளிப்பதிவுத் தட்டு இசைக்கும் கருவி— பதிவுநாடா — அசையும் திரைப்படங்கள் —தொலைக் காட்சி—அருங்காட்சியகம் — பூச்சிகளைப் பதப்படுத்து தல்—பிராணிப்பொருளைப் பாதுகாத்தல்—பறவைகளைப் பதப்படுத்துதல் — பறவை முட்டையைப் பதப்படுத்து தல்—பூச்சிகளின் முட்டை, புழுக்களைப் பாதுகாத்தல் —காட்சியக அமைப்பு—காட்சியகப் பதிவேடுகள்—உயிரி யல் பொருள்களைப் பாதுகாக்கப் பயன்படும் இரசாயனத் திரவங்கள்—நீர்வாழ் பொருட்காட்சியகம் — நிலவாழ் பிராணிகளை வளர்த்தல் — இயற்கை நாட்காட்டி — பள்ளித் தோட்டம் — நூலகம்—பொருட்காட்சிகள் — வெளிப்பயணம் — வகைகள்—சமுதாய மூலவளங்களைப் பயன்படுத்துதல் — அறிவியல் கழகங்கள் — நினைவுத் துணைக்கருவிகள்—அறிவியல் ஈடுபாட்டுக் கலைகள் — கற்பித்தலுக்கான பொருளைத் தயாரித்தல்.

மதிப்பிடுதல் ... 340

மதிப்பிடுதலும் சோதனைகளும்—மதிப்பீட்டின் பயன் கள்—நல்ல மதிப்பீட்டிற்கான சிறப்பு அம்சம்—சோதனை முறைகள்—முன்னறி சோதனை—குறையறி சோதனை — அடைவுச் சோதனை—சிறந்த தேர்விற்கான அடிப்படை அம்சங்கள் — ஏற்புடைமை —நம்பகத் தன்மை—புற வயப்பட்ட தன்மை—சோதனை வகைகள்—வாய்மொழி- கட்டுரை வகை - புதுமுறைச்சோதனைகள் — சிறப்பியல்பு கள் — குறைகள் — தயாரித்தல்— தேர்வுகளை ஒருநிலை யாக்குதல்— புதுமுறைச் சோதனையின் வகைகள்— சோதனையை நடத்துதல் — மதிப்பெண் இடுதல்— சோதனையை மதிப்பீடு செய்தலும் விளக்கம் காண லும்—செயல்முறைச் சோதனைகள்.

பக்கம்

பிற்சேர்க்கை

உயிரியல் ஆசிரியர் ... 372
பாடத்திட்டம் — உயிரியல் ... 376
குறிப்பிட்ட பகுதியில் உள்ள உயிரினங்களை ஆராயும் செயல் திட்டங்கள் ... 381
மேற்கோள் நூற்பட்டியல் 390
கலைச்சொற்கள் ... 392

1. அறிவியல் – உயிரியல்– இன்றைய கருத்து

அறிவியலானது இன்று நாளொருமேனியும் பொழுதொரு வண்ணமுமாக வளர்ந்து வருகிறதென்றால் அது மிகையாகாது. விரைவான தொடர்பு வசதி, நுட்பமான துணைக்கருவிகளின் உதவியால் கடந்த கால நூற்றாண்டுகளைவிட இந் நூற்றாண்டில் அறிவியல் வளர்ச்சி மிகவும் விரைவாக, 40-50 ஆண்டுகளில் வளர்ந்து வந்துள்ளன. நாம் இன்று அறிவியல் உலகில் வாழ்ந்து வருகிறோம். வளமான வாழ்விற்கு அறிவியல் அறிவு மிகவும் அவசியமான ஒன்றாகும். கல்வியின் அவசியத்தைப்பற்றிக் குறிப்பிடுகையில், 'எண்ணும் எழுத்தும் கண்ணெனத் தகும்' என்பதில் இன்று, எண்ணென்பது கணித அறிவோடு, அறிவியல் அறிவும் சேர்ந்த ஒன்றாகி உள்ளது. (கல்வி ஏற்பாட்டிலும் அறிவியலானது ஒரு முக்கிய பாடமாக ஆக்கப்பட்டு எல்லா நிலையிலும் கற்பிக்கப்படுகிறது.)

சமூக வாழ்விலும் தனிப்பட்ட மனிதன் வாழ்விலும் அறிவியலின் புதிய கண்டுபிடிப்புகள் இன்று பெருமளவு பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அவை மனிதனின் வாழ்க்கை முறை, பண்பாடுகளையும் மாற்றியுள்ளன எனலாம். மனித வாழ்க்கையின் தரத்தை உயர்த்தி வளப்படுத்தியுள்ளன. சமூகப் பண்பாட்டினையும் வளர்த்துள்ளது. இவ்வாறு வாழ்க்கையானது அறிவியல் கருத்துகளைப் பயன்படுத்து-தலைச், சார்ந்திருத்தலால் மக்களுக்கு அறிவியலோடு நேரடித் தொடர்பு ஏற்படுகிறது. மக்களின் வாழ்க்கை முறை, பலவாறாக வேறுபட்டிருந்தாலும், இன்று தொழில் நுட்ப மயமாக நாளுக்கு நாள் மாறி வருதலைக் காணலாம். இவ்வாறு இயந்திரமயமான (சமுதாயத்தில் தொழில் நுட்ப வல்லுநர்களின் தேவையும் அதிகரித்து வருகிறது. இவர்களுக்குப் பயிற்சி அளிக்க அறிவியலானது தேவைப்படுகிறது.)

இன்று எங்கு பார்த்தாலும் அறிவியல் பொருள்களும் அறிவியல் தத்துவங்களை அடிப்படையாகக் கொண்ட முறைகளும் கையாளப்படுகின்றன. புதிய உலகின் நாகரிக அமைப்பில் அறிவியலானது ஒரு பகுதியாக உள்ளது. அறிவியலும் அதனால் ஏற்பட்ட பண்பாட்டு முறைகளும் ஒரு புதிய மனப்பான்மையை நமது வாழ்க்கை முறை,

உணவு, உடை, வேலை, ஏனைய பொழுது போக்கு முறை ஆகியவற்றில் உண்டாக்கியுள்ளன. கிராமத்தின் விவசாய, பொருளாதார வளர்ச்சிக்குத் திட்டமிடுதலிலிருந்து உயர்மட்டத்தில் திட்டமிடுவதற்கும் அறிவியல் சான்றுகளும், அறிவுரைகளும் தேவைப்படுகின்றன. அறிவியலானது அதன் பல நிலைகளில் எல்லாக் காலத்திலும் வாழ்ந்த எல்லா மக்களையும் கவர்ந்துள்ளது. மனிதன் தன் எண்ணங்களாலும், முயற்சியாலும் எல்லாக் காலத்திலும் சூழ்நிலையைக் கட்டுப்படுத்தவும் இயற்கையை வெல்லவும் முயன்று வந்துள்ளான்; வருகிறான். அறிவியலானது எல்லா நாட்டுச் சிறுர்களையும் கவர்ந்துள்ளது. எனவே, அது கல்வியில் அறிவியலின் பாடப் பொருளுக்காக மட்டுமின்றி, கவர்ச்சியையும், ஆர்வத்தையும் ஏற்படுத்தி முயற்சியைத் தூண்டுவதால் அது ஒரு முக்கிய இடத்தைப் பெற்றுள்ளது.

அறிவியல் கற்றலானது அறிவியல் முறைப் பயிற்சியை வளர்க்கிறது. இது மாணுக்கர்களின் பிற்கால வாழ்க்கைக்கு மிகவும் அவசியமாகும். மேலும் மாணுக்கர்கள் அறிவியல் கருத்துக்களைப் பெறுவதுடன் அறிவியல் மனப்பான்மை என்ற சிறந்த பண்பும் வளர்கிறது. மனிதன் தனது சுற்றுப்புற சூழ்நிலையோடு உயர்ந்த பொருத்தப்பாட்டினைப் பெறவும், அறிவியல் கல்வியானது பெரிதும் உதவுகிறது. ஆகவே, கல்வித்திட்டத்தின் தொடக்க முதல் அறிவியலானது இடம் பெறுவது அவசியமாக உள்ளது. இவ்வறிவியல் உயிரியல், பௌதிகம், வேதியியல் எனப் பல பிரிவுகளைக் கொண்டுள்ளதை அறிவோம். இவை ஒவ்வொன்றும் இன்று பெரும் வளர்ச்சி பெற்றுள்ளது. பல்வேறு அறிவியல் பிரிவுகளைக் கொண்ட பொது அறிவியல் அறிவானது தொடக்க கல்வி முதல் உயர்நிலைப் பள்ளி வரை கொடுக்கப்படுகிறது. இது மிகவும் அவசியமான ஒன்று என்பதை எல்லாக் கல்வியாளரும் ஒப்புக் கொள்ளுகின்றனர். அறிவியல் பிரிவுகளில் ஒரு பிரிவினை மட்டும் தேர்ந்தெடுத்துத் தேர்ச்சி பெற குறிப்பிட்ட அறிவியல் பிரிவில் ஆர்வமும் திறனும் உள்ளோர், முயற்சியில் ஈடுபடலாம்.

அறிவியலில் பல பிரிவுகளில் உயிரியலானது ஒரு சிறப்பான இடத்தைப் பெற்றுள்ளது எனலாம்.

கல்வியியலும் உயிரியலும்
(Education and Biology)

உயிரியலின் சிறப்பையும், சமுதாயத்திற்கு அதன் முக்கியத் தேவையையும் உணர்த்துவதாக கல்வியானது இருக்க வேண்டும். சமுதாயத்திற்குப் பயன்படும் தன்மையிலேயே ஒரு பாடத்தின் மதிப்பும் சிறப்பும் அமைந்துள்ளன. ஆனால், பொதுவாக கல்வியானது சமுதாயத் தேவைக்கும், அதன் மூலம் பெறப்படுவதற்கும் தொடர்பற்ற முறையில் பிரிந்து காணப்படுவது வருத்தத்திற்குரியதாகும்.

கல்வியால் பெறப்படுவதானது பாடப் பொருளைப் பற்றியதோடு, அது தேவையான அளவு தரப்படுகிறதா? என்பதையும் கவனிக்க வேண்டும். எடுத்துக்காட்டாக, உயிரியலானது மாணக்கர்களுக்கு வேண்டிய அளவும், சரியான முறையிலும் கற்பிக்கப்படுகிறதா? என்பதையும் சிந்திக்க வேண்டும்.

கல்வி கற்பித்தலில், உயிரியல் ஒரு பகுதியாக இருந்துவந்த போதிலும், உயிரியல் கல்வியானது சமுதாய நிலையில் பார்க்கும் போது இன்னும் அதன் சிறப்பை அறிவதில் (potential value) முழு வெற்றி பெற்றதாகக் கூற முடியாது. பொதுவாக, உயிரியல் கற்பித்த லானது மட்டுப்படுத்தப்பட்டுள்ளது எனலாம். உயர்நிலைப் பள்ளி பாட ஏற்பாட்டிலும் கூட கணிதம், பௌதிகத்தைவிட சற்று குறைந்தே காணப்படுகிறதெனலாம். ஆரம்பக் கல்வி நிலையிலும், இயற்கைப் பாடமென இருப்பினும், தாவர பிராணிகளைப் பற்றிய விளக்கமானது, ஏனைய பகுதியைக் காட்டிலும் குறைந்தே காணப்படு கிறது. இப்போது புதிய பாட அமைப்பில் இக் குறைகள் உணரப்பட்டு தீர்க்கப்பட்டு வருகின்றன எனலாம்.

பௌதிகம், வேதியியல் போன்ற பாடங்களுக்கு ஆய்வகத்தின் அவசியத்தை உணர்வது போல் உயிரியலுக்கு அதிக முக்கியத்துவம் தரப்படுவதில்லை. மற்ற ஆய்வகத்தையோ, சாதாரண வகுப் பறையையோ கூட பயன்படுத்திக் கொள்ளக் கூடும் எனினும் உயிரியலுக்கு ஏற்றவாறு அமைக்கப்பட்ட தனி இடம் அவசியமாகும். உயிரியல் கற்பித்தலுக்கு தகுதி வாய்ந்த ஆசிரியர்களும் குறைவே யாகும். கல்லூரிகளிலும், மேற்படிப்பு நிலையில் உயிரியல் கற்றலுக்கான வசதி குறைவாக உள்ளது. அதோடு இப்பாடத்தின் வேலை வாய்ப்பு நிலையும், ஏனைய பாடத்தோடு குறைவாக இருப்பதும் ஓரளவு உண்மையேயாகும்.

உயிரியல் பாடத்தில் தாவரம், பிராணிகளின் அமைப்புகளைப் (structure) பற்றிக் கற்பித்தலுக்குத்தான் அதிக முக்கியத்துவம் தரப் படுகிறதேயல்லாமல் அதன் பயன்களையும் பணிகளையும் (function) பற்றி அதிகக் கவனம் பெறுவதில்லை. இதனால் மாணக்கர்கள், தாவரம் அல்லது பிராணியின் வெளி அமைப்பையும் (Morphology), உறுப் பமைப்பியலாகிய (Anatomy) உள்ளமைப்பையும் பற்றிய தகவல்களை மனப்பாடம் செய்துக் கொண்டு அவற்றின் தொழிலைப் (physiology) பற்றி சிறிதும் சரியாகப் புரிந்து கொள்வதில்லை. அமைப்பு முறைகளை அறிவது தேவையில்லாதது எனக் கூற முடியாதெனினும் பயனையும், தொழிலையும் உணராமல் படிப்பதால் அதனால் பெறும் சமூகப் பயன் (social value) குறைவேயாகும். இது பெரும்பாலும் உயிருள்ள

பொருள்களை விட, இறந்த பொருள்களை (dead specimens) வைத்துக் கொண்டு கற்பதில் காணப்படுகிறது.

பள்ளி உயிரியலில் மற்றுமொன்று பொதுவாக காணப்படுவது, இப்பாடத்திற்கும் பாட ஏற்பாட்டில் உள்ள ஏனைய பாடங்களுடன் உள்ள தொடர்பை ஒதுக்கி இருப்பதாகும். இணைத்துக் கூற முயற்சி யும் கிடையாது. எனவே மாணக்கர்களும், சில சமயங்களில் ஆசிரியர்களும் கூட தாவரவியல், பிராணி இயல், உயிரியல் இவை மூன்றும் தனிப்பாடங்கள் என எண்ணுவதைக் கண்டு ஆச்சரியப் படுவதற்கில்லை. உயிரியலுக்கும் வேதியியல் மற்றும் பௌதிகத்திற்கும் உள்ள தொடர்பைப்பற்றிக் கவனம் செலுத்துவதே கிடையாது. பொது அறிவியலில் கூட இவற்றிடையே உள்ளத் தொடர்பானது இவை மூன்றும் ஒரே புத்தகத்தில் உள்ளன என்பது மட்டுமேயாகும். வேளாண்மை (Agriculture) பாடமானது பாடவேளை பட்டியலில் (time-table) இருந்தாலும் அது ஒரு தனிப் பயிற்சிப் பாடமாகக் கருதப் படுகிறதே தவிர, அது உயிரியல் கொள்கைகளின் அடிப்படையில் உள்ளது என்பதை எடுத்துக் கூறுமாறு இல்லை. உயிரியல் பாடங் களை நன்முறையில் பயன்படுத்திக் கொள்ளும் வகையில், கற்பிக்கும் முறைகளும் ஏற்றதாக இருக்க வேண்டும். பழைய வழக்கமான முறையில் ஏட்டில் படிப்பதும் மனப்பாடம் செய்வதும், ஆய்வகத்தி லும், வெளியிலும், செய்முறை வேலையின் வாயிலாக அறிய வேண்டிய உயிரியல் பாடம், கற்றலுக்கு உகந்தது அன்று. புரிந்து கொள்ளுதல் (understanding) என்ற பெயரில் தெரிந்துகொள்வதானது (know- ing) நினைவு கூறுத லோடு (remembering) குழப்பிக் கொள்ளக் கூடாது.

உயிரியலானது உயிரினப் பொருள்களைக் கொண்டோ (இறந் ததை விட உயிருள்ளது) அல்லது அவை வாழும் சூழ்நிலையில் அறிவதற்குப் பதிலாக புத்தகங்களிலும், கரும்பலகைகளின் வாயிலாக வும் கற்கப்படுகிறது. களப்பணி (field work) மிகவும் குறைந்தும், அவையும் பரிசோதனை செய்வது, பிரித்தாய்ந்து அறிவதற்குப் பதிலாக வெறும் உற்று நோக்கலோடு முடிந்து விடுகிறது. வெளி யிடங்களுக்குச் சென்று வருவது இயலா விட்டாலும் பள்ளித் தோட்டத்தை உயிரியல் கற்பித்தலில் நன்கு பயன்படுத்தலாம். இதுவும் பொதுவாக ஒதுக்கப்படுகிறது. நீர்வாழ் உயிரின காட்சி சாலை அதாவது மீன் வளர்ப்புத் தொட்டி (aquaria), உயிரினப் பொருள்களை வளர்க்குமிடம் (vivaria), அருங்காட்சியகம் போன்ற வைகளையும் நன்றாகப்பயன்படுத்திக் கொள்ள வேண்டும். இவைகள் உயிரியலைப் பயனுள்ள முறையில் திறமையாக கற்பித்தலுக்குப் பெரிதும் உதவுவதாகும்.

மனிதனின் தேவையும், உயிரியலின் சேவையும்
(Biology in the service of man)

கல்வியறிவு பெறுவதன் நோக்கமே, மனிதன் சுற்றுபுற சூழ்நிலை யோடு உயர்ந்த பொருத்தப்பாட்டினைப் பெறுவது என்பதாகும். இக் கல்வி அறிவு பெறுதலில் அறிவியலானது பெரும் பங்கேற்றுள்ளது. தனி மனிதன் மற்றும் சமுதாயத்தின் அன்றாடத் தேவைகளைப் பூர்த்தி செய்ய அறிவியல் அறிவும், அதன் கொள்கைளைப் பயன்படுத்தப் பட்ட சாதனங்களும் இன்று இன்றியமையாத நிலையில் உள்ளன. இவ்வாறு அறிவியலின் பல பிரிவுகளும் இன்று மனித இன மேம்பாட் டிற்கும், வளமான வாழ்விற்கும், நாகரிக வளர்ச்சிக்கும் முக்கிய காரணமாக இருந்து வருதலைக் காண்கிறோம். அறிவியலில் குறிப் பிடத்தக்க பிரிவாகிய உயிரியல், மனித இனத் தேவைக்கு எவ்வாறு பயன்படுகிறது என்பதைச் சுருக்கமாகக் காண்போம்.

சுகாதார சுக வாழ்வு

நோயற்ற வாழ்வே குறைவற்ற செல்வமன்றோ ? மனிதன் நோயின்றி வாழவும், அதனைத் தடுக்கவும், அதனின்று பிழைக்கவும் உயிரியல் அறிவானது பெரிதும் உதவுகின்றது. பல தீங்கிழைக்கும் நுண் உயிரிகளையும் ஒரு செல் பிராணிகளையும் அறியவும் அவை களின் வாழ்க்கை முறை, பரவும் விதம், உண்டாக்கும் நோய்களையும் அவைகளின் அடையாளங்களை அறியவும் உயிரியல் உதவுகிறது. இதனால் பல தொற்று நோய்களைக் கட்டுப்படுத்தவும் ஒழிக்கவும் முடிகிறது. மலேரியாக் காய்ச்சலுக்கான காரணத்தைக் கண்டுபிடித்து அதனைத் தடுக்க ரோனல்டு ராஸ் ஆற்றிய தொண்டினை நாம் மறக்க முடியுமா? மலேரியாக் காய்ச்சல் பிளாஸ்மோடியம் என்ற ஒரு செல் உயிரால் கொசுக்கள் மூலம் பரவுகிறது; எனவே, கொசுக்கள் பெருகு வதைத் தடுத்தல், அதற்கு மனிதன் வாழும் சூழ்நிலையைச் சுத்த மாக வைத்திருத்தல் அவசியம், போன்ற பல கருத்துகளை உயிரிய லானது நமக்குக் கொடுக்கிறது. பெரியம்மை போன்ற அபாயகரமான நோய்களும் இன்னும் பல வகைப்பட்ட தொற்று நோய்களும், கிருமி கள் மற்றும் தீங்கிழைக்கும் நுண் உயிரிகளால் உண்டாவதையும், அவைகளினின்றும் காக்க பல வகைப்பட்ட தடுப்பு முறைகளையும் நோயைக் குணப்படுத்தும் முறைகளையும் அறிய உயிரியல் உதவுகிறது. சிறந்த ஆரோக்கியத்திற்கு நல்ல காற்று, சுத்தமான நீர், ஓய்வு, உடற்பயிற்சி, பல்வகைச் சத்துக்களும் நிறைந்த சரிவிகித உணவு, சுற்றுப் புறங்களின் தூய்மை, தன் சுகாதாரத்தைக் காத்தல் (personal hygiene)ஆகியவைகளை அறியவும், உயிரியல் அறிவு அவசியமாகிறது. உடல் வளர்ச்சிக்கும், ஆரோக்கியத்திற்கும், வேலை செய்வதற்கான

சக்திக்கும் உணவின் பல்வேறு சத்துக்கள் அவசியமாகும். தேவையான உணவு சத்துகளை அறிந்து, அவை காணப்படும் உணவுப் பொருள்களைத் தேர்ந்தெடுத்து உண்ண வேண்டும். உணவுப் பொருள்களை சத்துகள் பாழாகாமல் சமைக்கவும், சத்துகள் கெடாமல் பல்வேறு முறைகளில் பாதுகாக்கவும் வேண்டும்.

உடலின் உள்ளுறுப்பின் அமைப்பையும், அதன் ஒவ்வொன்றின் பணியையும் அறிய உடற்கூறு நூல் (Physiology) உதவுகிறது. இது பலவகைக் குறைபாடுகள் ஏற்படாமல் தடுக்க உதவுகிறது. அதோடு கண், காது போன்ற புலன்களை அறியவும் பாதுகாக்கவும், உயிரியல் அறிவானது உதவுகிறது. தனி மனிதனின் ஆரோக்கியமான நோயற்ற வாழ்விற்கும், தன் சுகாதாரத்தோடு, சமூக சுகாதாரத்தின் அவசியத்தை உணரவும், பாதுகாக்கப்பட்ட குடிநீர் வசதி, கழிவுகளை அகற்றுதல், நோய் பரவுதலைத் தடுத்தல் போன்ற சுகாதாரச் சூழ்நிலையை ஏற்படுத்தவும், பலவகையான நோய்க்கான காரணத்தை அறிந்து தடுக்கவும் உயிரியல் பெருமளவில் சேவை செய்து வருகிறது.

உணவு உற்பத்தி

மனிதனின் மிகவும் இன்றியமையாத தேவை உணவன்றோ? 'பசி வந்திடப் பத்தும் பறந்து போகும்' என்ற பழமொழியையும் நாம் அறிவோம். மக்கள் தொகை மிகவும் விரைவாகப் பெருகி வருவதற்கேற்ப உணவு உற்பத்தியும் அதிகரித்தல் அவசியமாகும். இல்லையெனில் உணவு நெருக்கடித் தோன்றி நாட்டின் நிலையையே சீர்குலைத்து விடும். அதிக உணவுப் பெருக்கத்திற்கு உதவும் வேளாண்மைத் துறையின் புதிய கண்டுபிடிப்புகளுக்கு உயிரியல் அறிவு மிகவும் அவசியமாகிறது. அதிக மகசூலையும், குறைந்த கால வயதும், நோய்களை எதிர்த்து தாங்கும் திறன் கொண்ட புதிய கலப்பினங்களை உண்டாக்கவும் இது உதவுகிறது. பயிர்களின் வளர்ச்சி முறைகள், பயிர்களைத் தாக்கும் பலவகை நோய்க் கிருமிகள், அவைகளைத் தடுக்கவும் அழிக்கவும் தேவையான அறிவுகளை உயிரியல் கொடுக்கிறது. பயிர்களின் வளர்ச்சிக்கும், அதிக மகசூல் தரவும் தேவையான உரச் சத்துகளும், அவை எவ்வாறு தாவர வளர்ச்சியில் உதவுகின்றன என அறியவும், வேளாண்மையின் வளர்ச்சிக்கும் குறிப்பிட்ட பயிர்களுக்கான மண், நீர் வசதி, உரம், தட்ப வெப்பச் சூழ்நிலை போன்றவைகளை அறியவும் உயிரியல் அறிவு தேவைப்படுகிறது. பள்ளி காய்கறித் தோட்டமானது மாணக்கர்களிடையே உயிரியல் அறிவு வளர உதவுகிறது. உணவுப் பொருளோடு உடைக்கு உதவும் பொருள்களான பருத்தி, பட்டு, கம்பளம் இவைகளின் உற்பத்திக்கும் உயிரியல் அறிவு அடிப்படையாக உள்ளது. கால்நடைத் துறையிலும், இறைச்சி, பால், கம்பளி போன்றவைகளை அதிக அளவில் கொடுக்கும் தரமான வீரியமுள்ள புதிய இனத்தை உண்டாக்க உயிரியலின் மரபுநிலை அறிவு

அவசியமாகிறது. அதிக முட்டைகளையும் இறைச்சியையும் தரும் புதிய கலப்பின கோழி இனங்களை உண்டாக்கவும் உதவுகிறது.

மீன்கள் மற்றும் கடலிலிருந்து கிடைக்கும் பொருள்கள், மக்களின் உணவுப் பிரச்சினையைத் தீர்க்க உதவுவதோடு ஆரோக்கிய வாழ்விற்கான சத்துகளும் கொண்டதாகும். மீன் துறையில் உள்நாட்டு மீன் வளத்தைப் பல வழிகளில் பெருக்கவும், பல வகையான கடல் உணவுப் பொருளைச் சேகரிக்கவும், அவைகள் கெடாமல் பல வகையில் பாதுகாக்கவும் உயிரியல் மற்றும் உயிரியல்-வேதியியல் (Bio-chemistry) அறிவானது தேவைப்படுகிறது. மனிதனின் வருமானத்தைப் பெருக்க உதவும் முத்துச் சிப்பிகளை வளர்த்தலுக்கும் முத்தெடுக்கவும் உயிரியல் உதவுகிறது.

காடுகளைக் காத்தலின் அவசியமானது இன்று நன்கு உணரப் பட்டுள்ளது. காடானது மனிதனுக்குத் தேவையான பல வகையான மரங்களைத் தருவதோடு விறகு, சந்தனம், காகிதம் போன்றவை தயாரிக்கவும் உதவுகிறது. அவை மண்ணை வளப்படுத்துவதோடு, மழை வளம் பெருக்கவும் மண் அரிப்பைத் தடுக்கவும் பயன்படுகிறது. காடுகள் அரிய விலங்குகளின் புகலிடமாக இருப்பதோடு ரப்பர், பிசின், டர்பென்டைன், கற்பூரம் போன்ற பொருள்களும், கொய்னு போன்ற மருந்துகள் தயாரிக்க உதவும் மரங்களும் கொடுத்து உதவுகிறது. இவைகள் அனைத்தும் உயிரியல் அறிவின் அடிப்படையில் மனிதன் பெற்ற பயன்களாகும்.

இன்று, அணு சக்தி ஆராய்ச்சியிலும் உயிரியல் அறிவு மிகவும் அவசியமான ஒன்ருக உள்ளது. கதிர்வீச்சால் (Radiation) மனித இனத்திற்கு ஏற்படக் கூடிய அபாயம் அவற்றைத் தடுக்கும் முறைகள் ஆராயப்படுகின்றன. கதிர்வீச்சு உயிரியலைப் (Radiation Biology) பற்றி அறிய தனி வகுப்புகளும் சில பல்கலைக்கழகங்களில் தொடங்கப் பட்டுள்ளன.

விண்வெளிப் பயணத்திற்கும் உயிரியல் அறிவு பெரிதும் தேவைப்படுகிறது. விண்வெளிப் பயணத்தில் பயணிகள் ஈடுபடும் போது, விண்வெளியில் ஈர்ப்பு விசையின் காரணமாக அவர்களுக்கு சில பிரச்சினைகள் உண்டாகலாம். உயரே செல்லச் செல்ல, இரத்தமானது தலையிலிருந்து கால் பகுதியிலும் வயிற்றின் அடியிலும் வந்து தேங்கத் தொடங்கலாம். அதேபோல் இறங்கும்போதும் அதிக இரத்தம் தலைக்குச் செல்லவும் செய்யலாம். சுவாசித்தலும் ஒரு பிரச்சினையாக இருக்கும். காற்றின் அழுத்தக் குறைவால் இரத்தம் 'கொதிக்கவும்' செய்யலாம். இவைகளுக்குத் தக்க தீர்வு காண உயிரியல் அறிவு அவசியமன்ருே?

அறிவியலின் முக்கிய பகுதியாகிய உயிரியல் மனித இன சேவையில் பெரும் தொண்டாற்றி வருகிறது என்பதில் ஐயமில்லை.

உயிரியல் பாட வளர்ச்சி—சுருக்கமான வரலாறு

நாகரிகமடைந்த மனிதன் எப்போது அறிவியல் கல்வி கற்பதில் ஆர்வம் கொண்டான் என்பதை அரிதியிட்டு இயம்புதல் என்பது இயலாததாகும். இயற்கையில் காணப்படும் பல பொருள்களைப் பற்றி அறிவதில் ஆர்வமும், உற்றுநோக்கி அறியும் திறனும் பெற்றிருந்ததால் அரிஸ்டாட்டலை (Aristotle) 'உயிரியலின் தந்தை' என்று பல பாடநூல்களில் கூறப்பட்டுள்ளன. இதனால்தானே இருபதாம் நூற்றுண்டின் ஆரம்பத்தில் உற்றுநோக்கும் திறனை வளரச் செய்வதற்கு கற்பித்தலில் உயிரியல் பாடமும், இயற்கைப் பாடமும் செல்வாக்குப் பெற்றிருந்தது எனலாம். சாக்ரடீஸ் மற்றும் சில அறிஞர்கள் இயற்கையில் உள்ள சில பொருள்களின், எடுத்துக்காட்டாகத் தண்ணீர், மணல் போன்ற வேறு சில பொருள்களின், 'பொருள்களின் தொடர்ச்சியை' (continuity of matter) ஊக ஆய்வு செய்துள்ளனர். அறிவியல் பற்றிய வரலாற்று அறிஞர்கள் இவைகள் தான் பொருள்களின் பண்பு, அமைப்பு போன்றவைகள் தோன்றுமிடம் என்கின்றனர். பழைய கிரேக்க அறிஞர்களும், ஒரு சொட்டு நீரானது மிக அதிகமான அளவில் நுண்துகள்களைக் கொண்டது என நம்பினுர்கள்.

மனிதன் எப்பொழுது இயற்கைக் காட்சியில் காணப்படும் பொருள்கள் மற்றும்,உயிரியல் பொருள்களும் அதன் சூழ்நிலைகளையும் அறிய ஆவல்கொண்டானே அன்றே அறிவியல் கல்வி ஆரம்பமாயிற்று எனலாம். கி. மு. 600-ல் காஸ் தீவில் (Island of Cos) நடைபெற்ற மருத்துவப் பள்ளியில் பணியாற்றிய ஹிப்போகராடீஸ் என்ற கிரேக்கரே 'மருத்துவத்தின் தந்தை' என அழைக்கப்படுகிறார். இயற்கைப் பொருளைப் பற்றி அறிய வேண்டுமானல் இயற்கையினிடத்திற்குச் சென்று, புலன்களைப் பயன்படுத்தி, உற்றுநோக்கும் திறனல் அறிவதே சிறந்த வழியாகும் என பேகன் (கி.பி. 1561—1626), காமினியஸ் (1592—1670) போன்றவர்கள் கூறினர்கள். காரணம் கண்டு தொகுத்தறி முறை (inductive method) வளர்ச்சியையும் வற்புறுத்தினர்கள். இதுவே அறிவியல் முறையில் பிரச்சினையைத் தீர்ப்பதில் முக்கிய பங்கு ஏற்கிறது. இயற்கைப் பொருளை உற்று நோக்கும் திறனை பயன்படுத்துவதன் வாயிலாக உயிரியல் பொது விதிகளை உருவாக்க முடிகிறது. பேகன், காமினியஸ் இவர்களின் முக்கிய கருத்துக்களையே அவர்களுக்குப் பின்தோன்றிய பெஸ்டலோசி (1746-1827), புரோபல் (1782-1852)

பின்பற்றினுர்கள். கற்பித்தலானது உளவியல் அடிப்படையில் இருக்க வேண்டும் என்ற கருத்தைப் பெஸ்டலோசி வற்புறுத்துகிருர். புரோபல் தமது கற்பித்தலில் இயற்கைப் பொருளைப் பயன்படுத்திப் போதித்தார். உயிரியல் கற்பித்தலில் புதிய முறைகளைப் பயன்படுத்துவதையே ரூஸோவும் (1712—1778) வரவேற்ருர். ரூஸோ, பெஸ்டலோசி ஆகியவர்கள் பொருள்களை வெறும் வார்த்தை வர்ணனைகளால் அறிவதோடு வெளியிடங்களுக்கு சிறுவெளிப் பயணம் (field trips) சென்று பொருள்களை உற்று நோக்கி அறிதல் மிகவும் அவசியம் என வற்புறுத்தினுர்கள். குழந்தைகளுக்கும் அவர்கள் வசிக்கும் சூழ்நிலைக்கும் உள்ள தொடர்பையும் அவை எவ்வாறு குழந்தையின் உடல், உள்ள வளர்ச்சிக்கு உதவுகிறது என்பதையும் விளக்கினுர்கள். எனினும் அவர்கள் கருத்துகள் இருபதாம் நூற்ருண்டின் ஆரம்பப் பகுதி வரை செயல்படுத்தப் படவில்லை.

பிலடெல்பியாவில் 1751-ல் பெஞ்சமின் ப்ராங்லின் முயற்சியால் பள்ளியில் அறிவியல் கற்பித்தல் ஆரம்பிக்கப்பட்டது. அதில், மாணுக்கர்களுக்கு செயல் முறையோடு கூடிய உண்மையான வாழ்க்கைக் கல்வியைக் கொடுப்பதே நோக்கமாகக் கொள்ளப்பட்டது. இவ் வகுப்புகளில் கல்லூரியில் படிப்பைத் தொடர இருப்பவர்கள், தொழிலுக்குச் செல்பவர்கள் மட்டுமின்றி எல்லோரும் சேர்த்துக் கொள்ளப்பட்டனர். இப் பாட ஏற்பாட்டில் மொழிகளோடு கணிதமும் சில இயற்கைப்பாடமும் சேர்ந்து இருந்தது. பத்தொன்பதாம் நூற்ருண்டின் ஆரம்பத்தில் தாவரவியல், விலங்கியல், புவியியல் எனத் தொடங்கப்பட்டன.

செய்தித் தொடர்பு வசதி இன்மையால், அறிவியல் அறிஞர்களிடையே அறிவியல் கண்டுபிடிப்புகளைப் பகிர்ந்து கொள்வது கடினமாக இருந்தது. எனவே, அறிவியல் கற்பித்தலானது ஒழுங்குபடுத்தப்படாத நிலையில் தனித்தனியாகத் தொடர்பற்று இருந்தது சூழ்நிலையிலிருந்து, செயல்முறை வழியாக அறிவியல் கற்பித்தல் என்பது பெரும்பாலும், அறிவியல் மெய்மைகளைச் (facts) சேமித்துக் கொள்ளும் வகையிலேயே இருந்தது. இவ்வாறு சேமித்துக் கொள்ளும் அறிவினைத் தேவையானபோது பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம் என கருதப்பட்டது. அறிவியல் கற்பித்தலானது ஆசிரியர், மாணுக்கர்களிடையே வார்த்தைகளாலேயே நடைபெற்றது. காமினியஸ், பெஸ்டலோசியின் கருத்துகள் இறுதியில் கற்பித்தலில் அறிமுகப்படுத்தப்பட்டன. இதன் விளைவாக ஆசிரியர்கள் திருத்தம் செய்யப்படாத (crude) துணைக் கருவிகளைக் கொண்டு செய்து காட்டும் முறையினை அறியலாயினர். இதுவே செய்து காட்டும் முறையில்

ஆரம்ப நிலையாகும். இயற்கைப் பாடத்தின் வளர்ச்சியினை ஹண்டர் கீழ்க்கண்டவாறு வகைப்படுத்தியுள்ளார் :

1. இயற்கை வரலாறு முறை காலம் : தாவர இயல் கி.பி.1800—1860, பிராணியியல் 1825—1870.

2. கி.பி. 1870—1890 : உள்ளுறுப்புகளை ஒப்பு நோக்கி அறியும் காலம் (period of comparative anatomy) ஆசாகிரேயின் தாவர ஆராய்ச்சி-இக் காலத்தில் தாவர இயல் முக்கிய இடம் வகித்தது.

3. கி.பி. 1890—1900 : பல உயிரின வகைகளை ஆய்வகத்தில் ஆராய்தல். பிராணி அல்லது தாவரத்தின் அமைப்பியல், ஆய்வகத்தில் ஆராயப்பட்டு நவீன தாவர உடற் செல்லியல் ஆரம்பம்.

4. கி.பி. 1900—1910 : தாவர, பிராணி உடல் செல்லியல் காலம். இப்போது முக்கியமாக ஆய்வக முறையில் கற்பிக்கப்பட்ட தாவர அல்லது பிராணி உடற்கூறு இயலோடு, மனித உடற்கூறு இயலை இணைத்துப் பார்க்க தொடங்கிய காலம்.

5. கி.பி. 1910—1920 : உயிரியலை இணைத்தும், அவற்றைப் பயன்படுத்த அறியவும் (correlation and application) தொடங்கிய காலம். மனிதத் தேவைக்கு உயிரியல் அறிவைப் பயன்படுத்துதல். அறிவியல் கல்வியில் பொது அறிவியல் உருவான காலம்.

6. கி.பி.1920—1930 : விரிவான முறையில் பொது அறிவியல் தொடக்கம். அறிவியலில் ஒருங்கிணைந்த கருத்துக் கொள்கை (unitary concept in science) வளர்ச்சிக் காலம்.

7. கி.பி. 1930 முதல் இன்று வரை : உயர்நிலைப் பள்ளியில் அறிவியல் வளர்ச்சி-புதிய பாட திட்ட வகுப்புகளை (course of study) உண்டாக்கிச் சோதித்துப் பார்த்தல்-கற்பித்தலில் உளவியல் முறைகளைப் பயன்படுத்துதல் போன்றவை.

உயிரியலில் முழுமையான நிலை (Integration of Biology)

பள்ளிப்பாட ஏற்பாட்டில் கி.பி. 1825-ல் பிராணி நூலானது இணைக்கப்பட்டது. அப்போது பிராணி நூலும் தாவர நூலும் அதன் பயன், மத, கலை உணர்வு, பொழுது போக்கு போன்றவைகளுக்காகக் கற்பிக்கப்பட்டது. குறைந்த அளவு பாடநூல்களே பயன்படுத்தப்பட்டும், மாணாக்கர்கள் பொருளை உற்று நோக்குவதானது பாட நூலில் கற்றதைச் சரி பார்ப்பது போன்றே இருந்தது. லின்னேயஸ் உயிரியல் வகைபாடு (classification) பயன்படுத்தப்

பட்டு, உயிரிகளின் பகுப்பியல் (taxonomy) அம்சங்கள் மனப்பாடம் செய்யப்பட்டன. பத்தொன்பதாம் நூற்றுண்டின் இறுதியில் பகுப்பியலி லிருந்து உருவவியலுக்கும் (morphology) பின்னர் தாவர உடற் செல்லியலுக்கும் கவனம் மாற்றிக் கொள்ளப்பட்டது. இந்த நூற் றுண்டின் ஆரம்பத்தில் மிகத் தீவிரமான மாற்றம் ஏற்பட்டது. உயிரியல் பாடங்கள் வகுக்கப்பட்டன. கி.பி. 1900-த்தின் ஆரம்பத் தில் உயிரியல் பாடமானது உயர்நிலைக் கல்வி அளவில் ஒருங்கிணைப் பாடமாக இன்றி முக்கிய மூன்று பகுதிகளைக் கொண்டிருந்தது. அவை தாவரவியல், பிராணியியல், மற்றும் உடற் செல்லியல் (Physio-logy) ஆகும். நல்ல தேக ஆரோக்கியம், சூழ்நிலையையும், சூழ் நிலையை ஒட்டி உயிரினப் பொருளைப் புரிந்துகொள்ளுதல், சிறந்த சந்ததிகளுக்காக மரபு நிலைக் கொள்கைகள் போன்ற அடிப்படை உயிரியல் கொள்கைகள் கற்பிக்கத் தொடங்கப்பட்டன. ஆரம்ப உயிரியல் பாட திட்டமானது தாவரங்கள், பிராணிகள் இவைகளின் ஒவ்வொரு தொகுதியிலிருந்தும் (phylum) உதாரணத்திற்கு ஒன்றை அறிந்து காணுதலைக் கொண்டிருந்தது. ஆனால், உயர்நிலைப்பள்ளி மாணுக்கர்கள் இவ் வுயிரிகளின் உள்ளே காணப்படும் உள்ளுறுப்பு களின் உடற்செல்லியல், உள்ளுறுப்பியல் (Anatomy) இவைகளை மனப்பாடம் செய்தலில் அதிருப்தி காணப்பட்டது. வெட்டுக்கிளி சிலந்தி, மண்புழு, பெரணி போன்ற உயிரினப் பொருள்களின் உடலமைப்பியல் உயர்நிலைப் பள்ளி ஒன்பதாம் வகுப்பு மாணுக்கர் களுக்கு கற்பிக்கப்பட்டது. ஆனால், பெரும்பாலான மாணுக்கர்களுக்கு இது ஆர்வமூட்டுவதாக அமையவில்லை. பிறகு, 1899-ல் அமைப் பியலைக் கொண்ட ஆரம்ப உயிரியல் பாட அமைப்பானது பொது அறிவியலாக மாற்றப்பட்டது.

அறிவியல் கல்வியில் உயிரியலின் தொடர்பு

(Biology in relation to Scientific Education)

உயிரியலானது அறிவியல் கல்வியில் ஒரு சிறப்பான இடத்தைப் பெறுகிறது; முதற்காரணம் அதன் முக்கியத்துவமாகும். மாணுக்கர் களுக்கு உயிரியல் அறிவானது, பள்ளிப் பருவத்தோடன்றி பிற்கால வளமான வாழ்விற்கும் மிகவும் தேவையான ஒன்றுகும். சிறந்த வாழ்விற்குத் தேவையான ஒரு தொழிலை மேற்கொள்ளவும் எடுத் துக்காட்டாக வேளாண்மை, மருத்துவம், மீன் துறை, கால் நடைத் துறை, வனத் துறை போன்றவைகளுக்கு ஆயத்தம் செய்யவும், உடல் நலத்துடன் வாழத் தேவையான சுகாதார அறிவினைப் பெறவும், நம் நாட்டு முக்கியத் தொழிலான உழவுத் தொழிலை சிறப் பாகச் செய்யவும் உயிரியல் அறிவுத் தேவைப்படுகிறது. எனவே,

கல்வியில் உயிரியலானது முக்கியமான பிரிக்க முடியாத பகுதியாகும். மற்றொரு காரணம் உயிரியலே அறிவியலின் முக்கியத் துறைகளில் ஒரு பகுதியாக விளங்குகிறது. உயிரியலோடு அறிவியலின் ஏனைய பிற பிரிவுகளும் நெருங்கிய தொடர்பு கொண்டுள்ளன.

உயிரியல், ஒரு அறிவியல் பாடம் என்பது எவ்வாறு என ஆராயலாம். இதற்கு மூன்று கருத்துகளை முக்கியமாக கவனிக்கலாம்.

1. உயிரியலானது ஏனைய அறிவியல் பாடங்களைப்போல் தகவலை கையாளும் முறை, செய்முறை, வழிகள், முடிவுகளைப் பயன்படுத்துதல் போன்ற பிற அறிவியல் பாடங்களின் பல முக்கிய குணங்களைப் பெற்றுள்ளது. எனவே, சமூகத்திற்கு பிற அறிவியல் பாடங்கள் உதவி வருவதுபோல் உயிரியலும் பெரும் அளவில் உதவு கிறது.

2. அறிவியலைப் போல் உயிரியல், கல்வியில் முக்கியத்துவம் பெறுகிறது. வளரும் மாணக்கர்களுக்கு வாழ்வில் தேவைப்படும் நேரடிப் பயனுள்ள முக்கிய அறிவுகளை வழங்குவதுடன், அறிவியல் மனப்பான்மை போன்ற, மன வளர்ச்சிக்குத் தேவையானவற்றை அளித்து உதவுகிறது.

3. பிற அறிவியல் பாடங்களைக் கற்றலால் ஏற்படும் அறிவியல் முறைப் பயிற்சி, உயிரியலைக் கற்றலால் பெருமளவில் பெறமுடிகிறது. இவற்றுடன் அறுவை சிகிச்சை ஆராய்ச்சிகளிலும், பரிசோதனை மற்றும் அனுபவங்களின் வாயிலாக ஏனைய துறைகளைவிட, சிறந்த வெற்றியை உயிரியலாளர் பெற்றுள்ளனர். வாழ்வின் பல நிகழ்ச்சி களும் சில சமூக முறைகளும் உயிரியலோடு பல வகையில் நேரடித் தொடர்பு கொண்டுள்ளன. குறிப்பிட்ட விவரங்களையும், (data) சூழ்நிலையையும் திறமையாகப் பயன்படுத்தப் பிற அறிவியலைப் போல் உயிரியலும் பயிற்சி அளிக்கிறது.

ஏனைய பிற அறிவியல் பாடங்களைப் போல் நடத்தை (behaviour) வளர்ச்சியை உண்டாக்குவதிலும், அறிவியல் மனப்பான்மை, தவறான கருத்துகளை அகற்றுதல், பிரச்சினைகளைத் தீர்த்தல், அறிவியல் முறைப் பயிற்சி போன்றவைகளால் உயிரியல் பாடமானது அறிவியல் கல்வியில் முக்கிய இடத்தைப் பெற்றுள்ளது.

பிற அறிவியல் பாடங்களோடு உயிரியலின் தொடர்பு
(The inter-relationship of Biology)

கல்வி நிலையிலே உயிரியலின் முக்கிய பயன்களில் ஒன்று, அது பிற அறிவியல் பாடங்களின் முறையையும் முடிவையும் கொண்

டிருத்தலாகும். இது கணிதம், பௌதிகம், வேதியியல், புவியியல் போன்றவைகளுடன் தொடர்பு கொண்டும், இணைக்கும் பாடமாகவும் உள்ளது. இவ் வறிவியல்களை மாணுக்கர்கள் பயன்படுத்தி ஒன்ருேடு ஒன்றுக்குள்ள தொடர்பை அறிவதோடு ஒவ்வொன்றையும் நன்கு அறிகின்றனர். அறிவியலானது, தவிர்க்க முடியாத காரணங்களால் பல பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டு அதை பாடவேளை, பாட ஏற்பாடு போன்ற இன்னும் பல வழிகளில் பிரிக்கப்பட்டிருந்த போதிலும், அறிவியல் என்பது அறிவின் முழுவடிவம் என்பதை அறிய, அதனை பல பாடங்களுடன் தொடர்பு படுத்திக் கற்பது மிகவும் அவசியமாகும். உயிரியலானது தாவரம், விலங்கியல் என்பதோடன்றி அதன் ஒவ்வொன்றும் பல உட் பிரிவுகளைக் கொண்டுள்ளதை நாம் அறிவோம். உயிரியலானது அதனுள் அடங்கி இருக்கும் பிரிவுகளுக்குள்ளே தொடர்பு கொண்டிருப்பது· அது பிற அறிவியல் பாடங்களிடம் தொடர்பு கொண்டுள்ளது.

உயிரியலும் பௌதிகமும்

உயிர்கள் வாழ அவை வாழுமிடம், சூழ்நிலை, தட்பவெப்பநிலை ஆகியவை மிக முக்கியமானவையாகும். அடர்த்தியின் அடிப்படையில் தாவரங்கள் சவ்வூடு பரவுதல் முறையில் வாழத் தேவையான பொருள்களைப் பெற்றுக்கொள்கின்றன. நிற்கவும், நடக்கவும், ஓடவும் உதவுவது புவி ஈர்ப்பு விசையேயாகும். காற்று, ஒளி, நீர், நெருப்பு போன்றவை உயிர்களின் வாழ்க்கையில் பெரும்பங்கேற்கின்றன. உயிரியலைக் கற்க உதவும் கருவிகளும் பௌதிக விதிகளைக் கொண்டதேயாகும். திரவங்களின் 'அழுத்தம்' என்னும் பண்பு விலங்குகளில் இரத்த அழுத்தம், இரத்த ஓட்டம், இதயம் சுருங்கி விரிதல் போன்ற நிகழ்ச்சிகளிலும், தாவரங்களின் வேரழுத்தம் போன்றவைகளிலும் தெளிவாக உணர முடிகிறது. உயிரியலும் பௌதிகத்துடன் இணைந்தே இயங்குகிறது. இதனைத் தனிப்படுத்தி உயிரியல் பௌதிகம் (Bio-physics) உருவாகியுள்ளது.

உயிரியலும் வேதியியலும்

உலகில் உள்ள தனிமங்களின் (elements) அமைப்பு, செயல்களைக் கூறுவது வேதியிலாகும். உணவுப் பொருள்களின் மூலக்கூறுகளின் தன்மை, கூட்டமைப்பு, அவற்றைச் சீரமைக்கும் நொதிப் பொருள்களின் (enzyme) அமைப்பு, உணவு அடையும் மாற்றங்கள் பின்னர் சீரணிக்கப்பட்ட உணவுச்சத்து திசுக்களுக்கு இடையே ஆக்ஸிகரணம் அடைந்து, சக்தியைக் கொடுக்கும் செயல்கள் அனைத்தும் உயிரியல்-வேதியியல் செயல்களேயாகும். வேதியலும் உயிரியலும் ஒன்ருேடு ஒன்று இணைந்தே இயங்கி வருகின்றன. இவற்றைப் பற்றிய அறிவியல் பாடத்தை உயிரியல்-வேதியியல் எனக் குறிப்பிடுகிருேம்.

கல்லீரலில் அதிகப்படியான குளுக்கோஸ், க்ளைகோஜனாக மாற்றப்படுவதும் அமினோ அமிலங்கள் யூரேட்டுகளாக மாற்றப் படுவதும் வேதியியல் செயலன்றோ ? தாவரங்கள் சூரிய ஒளியின் உதவியால் நீரையும், கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடையும் பச்சையத்தையும் கொண்டு ஸ்டார்ச்சு தயாரிப்பதும் உயிரியலுக்கும் வேதியியல் களுக்குமுள்ள தொடர்பிற்கு உதாரணமாகும்.

உயிரினங்கள் வாழ்வதற்கு 'நைட்ரஜன் உணவும்' தேவையாகும். காற்றிலுள்ள நைட்ரஜனை உயிரினங்கள் தம் தேவைக்கு நேரடியாக எடுத்துக்கொள்ள முடிவதில்லை. வளி மண்டலத்திலுள்ள நைட்ரஜனை, நீரில் கரையக் கூடிய நைட்ரஜன் சேர்மங்களாக மாற்றி நிலத்தில் நிலைநிறுத்தப்படுகின்றன. பயிரினங்கள் பூமியிலிருந்து தேவைக்கேற்ப நைட்ரஜனை எடுத்துக் கொள்கின்றன. இந்த செயலானது வளி மண்டல நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்துதல் (Fixation of atmospheric nitrogen) எனப்படும்.

நம் உணவின் அடிப்படை மூலக்கூறு கார்பன், ஹைட்ரஜன் ஆக்ஸிஜன், நைட்ரஜன் என்பதை அறிவோம். புரத உணவின் முக்கிய மூலக்கூறு நைட்ரஜனாகும். எனவே, அதனை 'நைட்ரஜன் உணவு' எனக் கூறுகிறோம் உயிர்களின் செல்களிலுள்ள புரோட்டோபிளாசம் என்னும் உயிர்ப் பொருளில் கார்பன், ஹைட்ரஜன், ஆக்ஸிஜன், நைட்ரஜன், கந்தகம், பாஸ்பரம் ஆகியவையுள் ளன. மரபியல் சம்பந்தமான உட்கரு அமிலங்களும், வேதியியல் மூலக்கூறுகளையே அடிப்படையாகக் கொண்டவையாகும்.

உயிரியலும் புவியியலும்

காடு, மலை, பாலை, சமவெளி, ஆறு, ஏரி போன்ற புவியியல் அங்கங்கள் உயிரியலில் மிகவும் முக்கியமான இடத்தை வகிக்கிறது. மனிதன் பாலையில் வாழ முடிவதில்லை அங்குள்ள தட்ப வெப்பநிலை அவன் வாழ்வதற்கு ஏற்றதாக இல்லை. அவ் விடங்களில் வாழும் சில உயிரினங்கள் அங்கு வாழ்வதற்கு ஏற்ற வகையில் வாழ்க்கையை மாற்றி அமைத்துக்கொண்டு (adaptation) உயிர் வாழ்கின்றன. பரிணாம வளர்ச்சியிலும் (Evolution) புவியியல் முக்கிய பங்கு வகிக்கிறது. இவ்வாறு புவியின் பல்வேறு பகுதிகளில் பிராணிகள் பிரிந்து, பரந்து வாழ்தல் (Geographical distribution of animals) என்பதைக் குறிப்பிடுகிறது. வாழும் இடங்களின் அமைப்பு, சூழ்நிலைக்கு ஏற்ப உயிரினங்களின் உடலமைப்பும், உணவுப் பழக்க வழக்கங்களும் பிறவும் அமைதலையும் காணலாம்.

உயிரியலும் வேளாண்மையும்

வேளாண்மை என்பதனை உயிரியலின் ஒரு பிரிவு எனக்கூறும் அளவிற்கு அது உயிரியலின் பல உட்பிரிவுக் கொள்கைகளோடு

நெருங்கிய தொடர்பு கொண்டதாகும். பயிர்களின் வளர்ச்சிக்கு தாவரப்பாட அறிவு மிக அவசியமன்றோ? அது போலவே தாவரங்கள் பூச்சிகளாலும், மற்ற கிருமிகளாலும் தாக்கப்படாமல் காக்கவும் உயிரியல் அறிவு தேவைப்படுகிறது. புதிய கலப்பினங்களை உண்டாக்கவும், தரமான அதிக மகசூலும், எந்த சூழ்நிலையிலும் நோய்களைத் தாங்கக் கூடியதுமான பயிர்களை உண்டாக்கவும் வேதியியல் அறிவோடு உயிரியல் அறிவு மிகவும் தேவைப்படுகிறது. உயிரியலும் வேளாண்மையும் இவ்வாறு பல வழிகளில் நெருங்கிய தொடர்பு கொண்டுள்ளன.

உயிரியலும் மருத்துவமும்

மனிதன் மற்றும் கால்நடைகளின் நோயைத் தடுக்கவும் நோயினின்றும் விடுபடவும், மருந்துகள் அவசியமாகின்றன. பயிர்களுக்கும் பூச்சிகளிலிருந்து தப்பிக்க பூச்சிக்கொல்லி மருந்துகள் தேவைப்படுகின்றன. மருத்துவக் கல்வியும் உடற்கூறு இயலும், அறுவை சிகிச்சை போன்றவைகளிலும் நெருங்கிய தொடர்பு கொண்டுள்ளதை அறிவோம். நோய்க் கிருமிகளின் வாழ்க்கை முறையை அறிந்து அதனைத் தடுக்கவும், அழிக்கவும் உயிரியல் அறிவு தேவைப்படுகிறது. சில தாவரங்களிலிருந்து நோய் தடுக்கும் மருந்துகளும் தயாரிக்கப்படுகின்றன. சிங்கோனு மரத்திலிருந்து 'கொய்னு' என்ற மலேரியா காய்ச்சலைப் போக்கும் மருந்து தயாரிக்கப்படுகிறது. மருத்துவம் செய்தலே உயிரினப் பொருள்களுக்காகையால் இதன் தொடர்பினை நன்கு அறியலாம்.

கணிதமும், உயிரியல்-புள்ளியியலும், மரபுநிலையில் உயிரின உடற்பண்புகள், தலைமுறை வழியாக வரும் விகிதத்தை கணக்கிட பெரிதும் உதவுகின்றன.

அறிவியல் முறையும் பிரச்சினையைத் தீர்த்தலும்
(Scientific method and problem solving)

அறிவியல் கற்பித்தலின் நோக்கங்களில் ஒன்று மாணாக்கர்களுக்கு அறிவியல் அறிவைக் கொடுப்பதுடன், பிரச்சினையைத் தீர்க்கும் பயிற்சியும், அவர்களிடம் அறிவியல் மனப்பான்மையை ஏற்படுத்துவதுமாகும். அறிவியல் மனப்பான்மை என்பது, ஏற்படும் பிரச்சினைகளை நன்கு கூர்ந்து கவனித்து அறிந்து அவற்றைப்பற்றி சிந்திப்பதன் வாயிலாகவும், பரிசோதனையின் மூலமாகவும் விளைவுகளை ஆராய்ந்து அப் பிரச்சினைக்கான காரணங்களையும் தீர்வுகளையும் தகுந்த முறையில் கண்டுபிடித்தலேயாகும். வாழ்வில் இவ்விதமான

அறிவியல் மனப்பான்மை உடையவர்கள் அறிவியல் முறைப்படி பிரச்சினைக்குத் தீர்வு காண்பார்கள்.

அறிவியல் முறை என்பது உண்மையென உறுதியாக அறிவிக்கப்பட்ட செய்திகளை மட்டும் வைத்துக்கொண்டு அவற்றை விருப்பு வெறுப்பின்றி நன்கு ஆராய்ந்து, எவ்விதமான பிடிவாத குணத்திற்கும் மூட நம்பிக்கைக்கும் இடம் தராமல், ஒரு சார்பின்றி நடுநிலையில் இருந்து செய்திகள், உண்மைகளுக்குள்ள தொடர்பினைச் சிறிதும் தவறின்றித் தீர்மானிப்பதாகும். இது அறிவியல் பாடத்திற்கோ, அறிவியல் கற்பித்தலுக்கோ மட்டுமின்றி எல்லா பாடங்களுக்கும், செயல்களுக்கும், வாழ்க்கைப் பிரச்சினைகளுக்கும் பொருந்துவதாகும். இப் பயிற்சியானது எந்த துறையிலும் அறிவு பெறுவதற்கு தேவையான அறிவியல் மனப்பான்மையை உண்டாக்க உதவுகிறது. பல வகையான பிரச்சினைகளைக் கண்டறியவும், அவற்றைப் புறவயத்தன்மையான முறையில் தீர்வு காணவும் அறிவியல் முறைப் பயிற்சி உதவுகிறது. அறிவியல் முறையானது ஆய்ந்து பார்க்கும் இயல்புடைய சிந்தனையையும் (reflective thinking) காரணகாரியத் தொடர்பினைக் காணுதலையும் வாழ்விற்குத் தேவையானத் திறன்கள், திறமைகள், மனப்பான்மைகள் ஆகியவற்றைப் பெறுவதற்கும் உதவுகிறது. டுவிஸ் (Twiss), டின்டால் (Tyndall), டியூயி (Dewey) போன்ற கல்வியாளர்களும், மாணுக்கர்களுக்கு அறிவியல் முறையில் சிந்திப்பதற்கான பயிற்சியை அளிக்க வேண்டும் என்பதையே வற்புறுத்துகிருர்கள். பிரச்சினையைத் தீர்ப்பதற்கு அதனை நன்கு புரிந்துகொள்வதோடு அதன் எல்லா கோட்பாடுகளையும் நிலைகளையும் நன்ருக உணர்ந்து நினைவில் கொள்ள வேண்டும். பிறகு அதனைத் தீர்க்கும் முறைகளை ஆராய்ந்து கண்டறிதல் வேண்டும். இம் முறையானது பாகுபாடு செய்தல் (analysis), ஒருங்கிணைத்தல் (synthesis), வகைப்படுத்துதல் (classification), தொகுத்தறிதல் (induction), பகுத்தறிதல் (deduction) போன்றவைகளைக் கொண்டதாகும்.

சில தர்க்க ரீதியான படிகளைக் கொண்டு, அறிவியல் ரீதியாக பிரச்சினைகளைத் தீர்க்கும் முறை அறிவியல் முறை எனப்படும். அறிவியல் முறையானது கீழ்க்கண்ட படிகளைக் கொண்டுள்ளது :

1. பிரச்சினையை அறிதல்.
2. பிரச்சினையை வரையறுத்துக் கூறல்.
3. பிரச்சினையை ஆராய்தல்.
4. ஏற்ற தகவல்களைச் சேகரித்தல்.

5. தகவல்களுக்குப் பொருள் விளக்கம் காணுதல்.

6. கருதுகோள்களை ஏற்படுத்துதல் (Formation of Hypothesis).

7. சரியான கருதுகோளைத் தேர்ந்தெடுத்தலும் சரிபார்த்தலும்.

8. முடிவு காணுதலும், பொது விதி ஏற்படுத்தலும்.

9. பொது விதியை புதிய சூழ்நிலையில் பயன்படுத்துதல்.

1. பிரச்சினையை அறிதல்

ஒரு பிரச்சினையைத் தீர்ப்பதற்கு, அப்பிரச்சினை என்ன என்பதை நன்கு அறிய வேண்டுவது அவசியமாகும். மாணுக்கர்கள் சில வினுக்களைக் கேட்கத் தோன்றும் வகையில் சூழ்நிலையை உருவாக்க வேண்டும். ஆசிரியரும் மாணுக்கர்களது ஆய்ந்து பார்க்கும் சிந்தனையையும், காரணம் காணுதலையும், தூண்டும் வண்ணம் சில வினுக்களைக் கேட்டு, அதனை, மாணுக்கர்களுக்குத் தீர்க்கப்பட வேண்டிய ஒரு பிரச்சினையாகவும் உண்டாக்கலாம். பிரச்சினையானது மாணுக்கர்களுக்குக் கவர்ச்சியாகவும், ஒரு தெளிவான நோக்கத்தையும் கொண்டிருக்க வேண்டும். அது மாணுக்கர்களின் அறிவு நிலைக்கு உகந்ததாகவும், இருக்க வேண்டும். ஆசிரியரும், மாணவர்களும் சேர்ந்து கூட்டாகவும் ஒரு பிரச்சினையைத் தீர்ப்பதற்கு வழி வகுக்கலாம். சில சமயம் ஆசிரியர் தாமாகவே ஒரு பரிசோதனையைச் செய்து காட்டலாம். சில அனுபவங்களைக் கூறுதல் போன்றவற்றை மேற்கொண்டு, மாணுக்கர்களை அவற்றைப் பற்றி வினுக்கள் எழுப்பச் செய்து பிரச்சினைகளைக் காணச் செய்யலாம். மாணுக்கர்களின் திறமைக்கும், தேவைக்கும், அறிவு நிலைக்கும் ஏற்றதாக இருப்பதாக ஆசிரியர் எண்ணிஞல் மாணுக்கர்களால் கூறப்படும் பிரச்சினையை அவர் ஏற்றுக் கொள்ள வேண்டும். மாணுக்கர்களின் கவர்ச்சி, பிரச்சினைகளுக்குத் தேவையான பொருள்களின் கிடைக்கும் தன்மை, இம்முறையால் மாணுக்கர்களின் ஆய்ந்தறியும் சிந்தனையையும், அறிவியல் முறை பயிற்சியையும் வளர்க்கும் வாய்ப்பு போன்றவைகளையும் ஆசிரியர் கவனத்தில் கொள்ள வேண்டும். எடுத்துக் கொள்ளப்படும் பிரச்சினையானது பாட ஏற்பாட்டிற்குள் அடங்கியதாகவும் வகுப்பில் உள்ள பெரும்பாலான மாணுக்கர்கள் விரும்புவதாகவும் இருக்க வேண்டும். அப்பொழுது தான் ஆய்ந்தறியும் சிந்தித்தலைக் குழு வேலையாக உண்டாக்க முடியும்.

2. பிரச்சினையை வரையறுத்துக் கூறல்

பிரச்சினையை அறிந்த பின்னர் அதனை மாணுக்கர்களே சுருக்கமாக, தெளிவான மொழியில் வரையறுத்துக் கூற வேண்டும்

பிரச்சினையைப் பற்றி கூறும் வாக்கியத்தில் ஒரு முக்கிய வார்த்தை யானது, பிரச்சினை என்ன என்பதை நன்கு அறியும் வகையில் இருக்க வேண்டும். பிரச்சினையை வரையறுத்துக் கூறுதலில் ஆசிரியரும் உதவி செய்ய வேண்டும். பிரச்சினையின் தலைப்பினை வகுப்பில் படித்துக் காட்டி, கலந்துரையாடல் திறனாய்வு போன்ற வைகளை மாணாக்கர்களைச் செய்யுமாறு கூறலாம். இவ்வாறு வரை யறை செய்து குறிப்பிடுகையில் (difine) அறிவியல் மெய்மைகளை உணர்த்தும் கலைச்சொற்கள் திட்டவட்டமானதாக இருக்கவேண்டும். பிரச்சினையைத் தேர்ந்தெடுத்து அவற்றைத் தெளிவாக கூறிய பிறகு அவர்கள் அவற்றிற்கு விடை காண்பதில் கருத்தினைச் செலுத்த வேண்டும்.

3. பிரச்சினையை ஆராய்தல்

எடுத்துக் கொண்ட பிரச்சினையைத் தெளிவாக கூறிய பிறகு அதைச் சிறு சிறு பகுதிகளாகப் பிரித்துக் கொண்டு ஒவ்வொன்றையும் தனித்தனியாக ஆராயலாம். இவ்வாராய்ச்சி பிரச்சினை முழுவதற்கும் தீர்வு காண உதவும். பிரச்சினையைப் பற்றி மேலும் நன்கு அறிய உதவும் வார்த்தைகளையும் சொற்றொடர்களையும், பிரச்சினையில் கண்டுபிடிக்க வேண்டும். பிரச்சினையில் உள்ள முக்கிய வார்த்தை யானது (key-word) தேவையான தகவலைக் கண்டுபிடிக்க உதவ வேண்டும். மாணாக்கர்கள் பிரச்சினையை நன்கு அறிவதோடு, பிரச்சினைச் சம்பந்தமான எல்லா முக்கிய வார்த்தைகளின் பொருளை யும் அறிந்திருத்தல் மிகவும் முக்கியமாகும். பிரச்சினையின் அடிப் படையைப் புரிந்து கொண்டாலே பாதி பணி முடிந்ததாகும்.

4. தகவலைச் சேகரித்தல்

பிரச்சினைச் சம்பந்தமான மேற்கோள் நூல்களை ஆசிரியர் தெரி விக்க வேண்டும். மாணாக்கர்கள் மேற்கோள்களைப் பார்த்து தங்கள் பிரச்சினைக்குரிய விபரங்களைத் தேர்ந்தெடுக்கிறார்கள். இதனால் சில அடிப்படைத் திறன்களையும் பெறுகின்றனர். அவைகள், குறிப்பாக நூலகத்திலுள்ள நூல்கள், மேற்கோள் நூல்கள், பருவ வெளியீடுகளைச் சிறந்த முறையில் பயன்படுத்தவும், நூலில் காணப்படும் உள்ளுரை, குறிப்பு, பொருளகராதி, பாடத் தலைப்புகளை நன்முறையில் கையாள வும், நூலில் காணப்படுவனவற்றைப் படித்து பொருளுணரவும், கலைச் சொல் அறிவு பெறுவதற்கும், மற்றும் படிக்கும் திறன் வளர்வதால் சரியான தகவலைச் சேகரித்தலும் ஏற்படுகிறது.

மாணாக்கர்களிடையே பல வகையான திறன்களையும், தொழில் நுட்பங்களையும் வளர்த்துக் கொள்ள அவர்களுக்கு உதவ ஒரு சிறந்த வாய்ப்பாகும். தனித்திறன்களும், நுட்பமும் தேவைப்படும். பல

வகையான உத்திகளைக் கையாள மாணாக்கர்கள் ஊக்குவிக்கப்படுகிறார்கள். மாதிரிப் பொருள்கள், விளக்கப் படங்கள், வெளிப்பயணம், பரிசோதனைகள், பாட நூல்கள் போன்றவைகளைப் பயன்படுத்த மாணாக்கர்களுக்கு ஆலோசனைக் கூறுப்படுகிறது. மாணாக்கர்களுக்குத் தேவையான தகவல்கள் உள்ள இடத்தைக் கண்டுபிடிக்கவும் பயிற்சி அளித்து அதனை அடையும் வழிமுறைகளையும் கூற வேண்டும். சோதனையின் மூலமாகத் தகவல்களைச் சேகரிக்கும் போது கூர்ந்து கவனிக்கும் திறனும், சோதனையின் பகுதிகளை அறியும் திறனும், சோதனையைச் செய்யும் திறனும், துணைக்கருவிகளைக் கையாளும் திறனும் உண்டாகின்றன.

5. தகவலுக்கு விளக்கம் கூறுதல்

இது மிகவும் முக்கிய மானதும், கடினமான படியுமாகும். இது ஆராய்ந்து அறியும் சிந்தனையைப் பயன் படுத்தலையும், திறன்களையும் திறமைகளையும் பயன்படுத்த வேண்டிய ஒன்றாகும். சேகரித்த விபரங்களுக்கு விளக்கம் காண மாணாக்கர்களுக்கு நிறைய பயிற்சியானது தேவைப்படும். எனவே பெரிய பகுதிகளைச் சிறு சிறு உட்பிரிவுகளாக, எளிமையாகவும், திறமைக்கு ஏற்பவும் பிரித்து அதற்கான விளக்கத்தைப் பெற, ஏற்ற பலவகைச் சூழ்நிலையை உண்டாக்கி உதவலாம். மாணாக்கர்கள் திரட்டிய விபரங்களை ஆராய்ந்து பார்த்து, ஒற்றுமை வேற்றுமைகளைக் கண்டு, அவற்றின் அடிப்படையில் தொகுத்து வினாக்களுக்கு விடையளிக்கவும், கருத்துக்களைச் சேகரிக்கவும், சோதனை செய்து பார்ப்பதற்கும் திட்டமிடுகின்றனர். தேவைக்கு அதிகமான தகவல்கள் தள்ளப்படுகின்றன.

6. 'கருது கோள்' அமைத்தல்

கருதுகோள் என்பது ஒரு பிரச்சினைக்குரிய தீர்வினை பல விதமான காரண காரிய அனுபவங்களின் அடிப்படையில் முன் கூட்டியே அனுமானித்தலாகும். இவ்வனுமானத்தையே கருது கோள் என்கிறோம். இவ்வனுமானம் சரியாகவும் இருக்கலாம், தவறெனவும் நிரூபிக்கப்படலாம். சேகரித்த தகவல்களுக்கு விளக்கம் கண்டு, ஒழுங்கு படுத்திய பின்னர், பிரச்சினையைத் தீர்ப்பதற்குரிய தகுந்த கருதுகோள்களை அமைத்துக் கொள்ளுதல் அடுத்த படியாகும். இந்நிலையில் மாணாக்கர்கள் தம்முடைய அனுபவம், ஆய்வுத்திறன், உற்று நோக்கும் ஆற்றல், ஆகியவற்றின் துணைக் கொண்டு, ஏற்ற கருதுகோள்களை அமைத்துக் கொள்ளுதல் வேண்டும். இக் கருது கோள்கள், பிரச்சினைக்கு விடையாக அமையத் தகுதி வாய்ந்தவையாகும். இவற்றுள் எந்தக் கருது கோள் உண்மையிலேயே, பிரச்சினையைத் தீர்க்கக் கூடியது என்பதை அடுத்தபடியாகத் தேர்ந்தெடுத்துச் சரிபார்க்க வேண்டும்.

7. சரியான கருதுகோளைத் தேர்ந்தெடுத்தலும் சரிபார்த்தலும்

பல கருதுகோள்களிலிருந்து மிகவும் சரியான கருதுகோளைத் தேர்ந்தெடுப்பதற்குத் தனித்திறமை வேண்டும். பிரச்சினைக்கான தகவலைப் பிரித்தாராய்ந்து, தேர்ந்தெடுத்து அதற்கு விளக்கம் கண்டு தீர்மானிக்க வேண்டும். மாணாக்கர்கள் பரிசோதனைகள் மற்றும் கலந்துரையாடல் மூலம் சரியில்லாத பிறவற்றை ஒதுக்கிவிட்டு ஏறக் குறைய சரியான கருதுகோளைத் தேர்ந்தெடுப்பார்கள். அவ்வாறு தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட கருதுகோளைப் பற்றிய உண்மையைக் காண மீண்டும் பரிசோதனை மூலமாக சோதித்தறிவார்கள்.

8. முடிவெடுத்தலும் பொது விதி காணலும்

சோதிக்கப்பட்ட கருதுகோள் தான் இறுதியில் அடைய வேண்டிய முடிவாகும். எனினும் வகுப்புச் சூழ்நிலையில் மாணாக்கர்கள் உரிய முடிவுக்கு வர பல வாய்ப்புகளை நல்க வேண்டும். அதற்குப் பரிசோதனைகளை ஆசிரியர் செய்துக் காட்டி, கிடைக்கும் சான்றுகளைக் கொண்டு முடிவுக்கு வரச் செய்யலாம். இப்படியில் மாணாக்கர்களுக்கு கருதுகோளையும், பிற சான்றுகளையும் கொண்டு பொது விதிகளின் தகுதியை அறியும் திறனும், கருதுகோளையும், சோதித்த சான்றுகளையும் கொண்டு விதிகளை நிலைநிறுத்தும் திறனும் ஏற்படுகின்றன.

9. பொது விதிகளைப் புதிய சூழ்நிலையில் கையாளுதல்

மாணாக்கர்கள் தாங்கள் கண்டறிந்த பொது விதியை தங்களின் அன்றாட வாழ்வில் கையாள வேண்டும். இது வகுப்பறைக் கற்றலுக்கும் உண்மை வாழ்விற்கும் தொடர்பை ஏற்படுத்துகிறது. மேலும் பல புதிய வாழ்க்கைச் சூழ்நிலையில் கையாளும் போது விதியை மேலும் சரிபார்க்கவும் உதவுகிறது. இது பகுத்தறி முறையில் பிரச்சினையை அணுகவும் சில முடிவுகளை இப்பொது விதியின் அடிப்படையில் முடிவுகளை முன் கூட்டியேக் கூறவும் உதவுகிறது.

அறிவியல் முறையானது பிரச்சினையை அணுகுவதில் திட்டவட்டமான குறிப்பிட்ட படிகளைக் கொண்டு அதற்குத் தீர்வு காணுகிறது. எனவே அறிவியல் முறையானது பிரச்சினையைத் தீர்க்கும் முறையாகும். பிரச்சினைக்குத் தீர்வு காணும் போது மாணாக்கர்கள் தொகுத்தறி முறையினையும் (Inductive method) பகுத்தறி முறையினையும் (Deductive method) பயன்படுத்துகின்றனர்.

பகுத்தறி முறை என்பது விதி விளக்க முறையாகும். இம்முறையில் சிந்தனையானது பொது விதியினின்றும் தனிப்பட்ட

எடுத்துக்காட்டுகளை பகுத்தறியச் செய்கிறது. பொதுவாக ஒரு சிக்கல் ஏற்படுகிறபோது அதற்குரிய கருதுகோளை அமைத்து அதனைச் சரிபார்ப்பதே இம் முறையாகும். உதாரணமாக பூவரசுக் குடும்பத்தின் பொதுப் பண்புகளைக் கொண்டு, செம்பருத்திப் பூவை குடும்ப இனம் கண்டுபிடிப்பதாகும்.

தொகுத்தறி முறையானது விதி வரு முறையாகும். இதில் சிந்தனையானது தனிப்பட்ட செய்திகள், மெய்மைகளிலிருந்து பொது விதி காண்பதாகும். இம்முறையிலும் பிரச்சினையை அறிந்து, அதற்கான விபரங்களைத் தேடி அதனை ஆராய்ந்து, ஒற்றுமை வேற்றுமை கண்டு, பொது விதி காண்பதாகும். பல வகையான பூக்களை ஆராய்ந்து குறிப்பிட்ட இன பூக்களின் ஒற்றுமைகளைக் கண்டு பொது விதி உண்டாக்குவதாகும். பகுத்தறி முறை, தொகுத்தறி முறைகளைக் கொண்ட, பிரச்சினைத் தீர்க்கும் அறிவியல் முறையில் மாணுக்கர்களுக்குப் பயிற்சியளித்தல் அவசியமாகும்.

பாடம் கற்பித்தலில் பிரச்சினை முறையை (Problem method) கையாளும் போது சிலவற்றைக் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும்.

1. பிரச்சினையைத் திட்டவட்டமாவும், தெளிவாகவும், சுருக்கமாகவும் ஆரம்பத்தில் கூற வேண்டும்.

2. பிரச்சினையானது செயல்கள் நிறைந்ததாக இருத்தல் நல்லது.

3. மாணுக்கர்கள் சிந்தித்து முடிவுக்கு வருவதற்கு வாய்ப்பு அளிக்க வேண்டும்.

4. பாடம் கற்கும் நோக்கத்திற்கு ஏற்றதாக இருக்க வேண்டும்.

5. பிரச்சினையானது மாணுக்கர்களின் திறனை வெளிக் கொணர்வதாக அமைதல் வேண்டும்.

பிரச்சினை முறையில் ஆசிரியரின் பங்கு

1. பிரச்சினையை நன்கு வரையறுத்து மாணுக்கர்கள் அறிந்து கொள்ள உதவ வேண்டும்.

2. பிரச்சினையோடு தொடர்புடைய பல தகவல்களை மாணுக்கர்களுக்கு நினைவுபடுத்தி, தகுந்த கருதுகோளை அமைக்க உதவ வேண்டும்

3. பிரச்சினையைத் தீர்க்க உதவும் கருதுகோளை ஆராயவும் சரி பார்க்கவும் உதவ வேண்டும்.

4. பிரச்சினைக்குத் தீர்வு காணுவதில் மாணுக்கர்களின் கவர்ச்சியானது இறுதிவரை இருக்குமாறு பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும்.

5. மாணுக்கர்கள் சிந்தித்து அறிய வேண்டியவற்றை ஆசிரியர் கூறக் கூடாது. ஆசிரியரே பிரச்சினைக்கு தீர்வு காணவும் கூடாது.

பிரச்சினையைத் தீர்க்கும் முறையில் கற்கும் போது நீண்ட நேரம் தேவைப்படுகிறது. கற்கும் பொருளைவிட கற்கும் முறை அதிக முக்கியத்துவம் பெறுகிறது. உயிரியல் பாடம் அனைத்தையும் இம் முறையில் கற்பித்தல் இயலாது. எனினும் சிறந்த திறமையான ஆசிரியர் இம்முறையைப் பயன்படுத்தி மாணுக்கர்களின் சிந்திக்கும் ஆற்றலை வளர்க்கலாம்.

வினுக்கள்

1. அறிவியல் முறை என்ருல் என்ன ? அதன் படிகளை சுருக்கமாகவிளக்கிக் கூறுக.

2. அறிவியல் முறையினை உயர்நிலைப்பள்ளி உயிரியலுடன் தொடர்பு படுத்தி விளக்கிக் கூறுக.

3. உயிரியலிலிருந்து ‘பிரச்சினையைத் தீர்த்தலுக்கான எடுத்துக்காட்டு ஒன்றை விவரிக்க.

4. உயிரியலானது எவ்வாறு மனிதனுக்குப் பயன்படுகிறது?

5. அறிவியல் கல்வியில் உயிரியலின் தொடர்பை விவரி. அது எவ்வாறு அறிவியலின் ஒருபகுதி என்பதைக் கூறுக.

6. உயிரியலுக்கும் ஏனைய பிற அறிவியல் பாடங்களுக்கும் உள்ள தொடர்பினை விவரிக்க.

2. உயிரியல் கற்பிப்பதன் நோக்கங்கள்

(Objectives of Teaching Biology)

நாம் இன்று அறிவியல் யுகத்தில் வாழ்கின்ருேம். அறிவியலானது நாளொரு மேனியும், பொழுதொரு வண்ணமுமாய் மிக விரைவாக வளர்ந்து வருகிறது. நமது அன்ருட வாழ்விலும் அறிவியல் அறிவும், அதனை அடிப்படையாகக் கொண்ட பொருள்களும் பெரிதும் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. அறிவியல் கற்பதனல் ஏற்படும் பயன் அன்ருட வாழ்வை ஒட்டியதாக அமைந்துள்ளது. எனவே அறிவியல் பாடமானது இன்று கல்வி ஏற்பாட்டில் அவசியமான, முக்கிய அங்கம் பெற்றுள்ளது. எனவே அறிவியலின் அங்கமாகிய உயிரியலைப் பள்ளியில் பயிற்றுவிக்கும் ஆசிரியர்கள், இதனை கற்பித்தலின் பல்வேறு நோக்கங்களையும் அவற்றின் பின்னணியில் எய்தும் பயனையும் நன்கு அறிந்து கொள்ளுதல் அவசியமாகும். அந்நோக்கங்களை இங்கு காண்போம்.

கல்வி கற்பித்தலின் பொதுவான நோக்கங்கள் அனைத்துமே உயிரியல் கற்பித்தலின் நோக்கங்களுக்குப் பொருந்தும் எனலாம். அதோடு, உயிரியல் பாட அடிப்படையில் அதன் விளக்கம், பயன் போன்ற சில சிறப்பு அம்சங்களும் இதன் கண் அடங்கும். உயிரியல் கற்பித்தலின் நோக்கங்களையும், அதனுல் மாணக்கர்கள் அடையும் பயன்களையும் ஆராயும் முன்னர், பொதுக் கல்வியின் நோக்கத்தையும், அதன் பயன்களையும் நாம் அறிதல் அவசியம். ஹெர்பர்ட்டு ஸ்பென்சர் என்ற கல்வி அறிஞர், முழுமையான நிறைவு பெற்ற வாழ்க்கைக்கு உதவுவதே கல்வியின் இறுதி நோக்கம் என்கிருர். கல்வி எனப்படுவதே சூழ்நிலைக்கு ஏற்றவாறு ஒருவன் தன்னைச் சரி செய்துக் கொள்வதே யாகும். பொதுக் கல்வியின் நோக்கமானது ஒருவன் தன்னைக் காத்துக் கொள்ளுதலும், பிற்கால வாழ்விற்குத் தேவையானவைகளை அடைய ஆயத்தம் செய்தலும், சமுகத்தோடு கூடி வாழ்வதற்குச் சரியாகத் தொடர்பு கொள்ளவும், எதிர்கால சந்ததிகளை நன்கு உருவாக்கவும், ஓய்வு நேரத்தைப் பயனுள்ள வகையில் பயன்படுத்தும் திறனையும் பெறுதலாகும் என மேலும் அவர் கூறுகிருர். இவையனைத்துமே உயிரியல் கற்பித்தலின் நோக்கங்களாக அமைகின்றன. கல்விக் கோட்பாடு அடிப்படையில் வகுக்கப்பட்ட பொது நோக்கங்கள் உயிரியல் கற்பித்தலுக்குப்

பொருந்தும். அவற்றை நான்கு பெரும் பகுதிகளாகப் பிரிக்கலாம். முதலாவது அறிவைப் பெறுதலாகும். இது நினைவாற்றலை வளர்க்கச் செய்கிறது. படித்தல், கூறக்கேட்டல், உற்று நோக்கலின் வாயிலாக கொள்கைகளையும், மெய்ம்மைகளையும் அறிதலாகும். அறிவு பெறுதல் என்பது நினைவில் இருத்தல் (retention) நினைவிற்குக் கொண்டு வருதல் (recall) ஆகிய திறமைகளைத் தவிர வேறு எதனையும் வளர்ப்பதில்லை. இரண்டாவது பொது நோக்கம் சிந்திக்கும் திறனை வளர்த்தலாகும். இதற்குத் திறனாய்வு முறையில் சிந்திக்க வேண்டிய பொருள்களும், தகவல்களும் அவசியமாகையால் அறிவினைப் பெறுதல் (acquition of knowledge) தகவல்களைச் சேகரித்தல் ஆகியவை மிகவும் பயன்படுகின்றன. ஆனால் இது கொள்கைகளையும், மெய்ம்மைகளையும் கற்றலிலிருந்து வேறுபடுத்துவதாகும். கற்றல் என்பது தகவல்களை மட்டுமேத் தருகிறது. ஆனால் தகவல் அடிப்படையில் சிந்தித்தல் அவற்றைப் புரிந்து கொள்ளுதலை (understanding) ஏற்படச் செய்கிறது. மூன்றாவது கொள்கைகளைப் பயன்படுத்தலாகும். கற்றலின் வாயிலாக தேவையானத் தகவல்களைப் பெற்று இருப்பதால் அதன் அடிப்படையில் அறிவியல் முறையிலும், திறன் ஆய்வு முறையிலும் சிந்திக்கும் பயிற்சித் திறமை பெறுவதாலும், இவற்றைத் திரும்ப நினைவு கூறுவதற்கும், தானாகப் பொது விதி காணவும், புதிய சூழ்நிலையில் இதனைப் பயன்படுத்தும் திறனும் ஏற்படச் செய்கிறது. நான்காவது மனப்பான்மையை உருவாக்குதலாகும். ஒருவன் தேவையான அளவு அறிவியல் கருத்துக்களை நன்கு கற்றும் அவற்றை அறிவியல் முறையில் சிந்திக்கப் பயிற்சிப் பெற்றும், இச்சிந்தனையின் அடிப்படையில், பொதுமை கண்டு அன்றாட வாழ்வில் தன்னுடையதும், மற்றும் சமுதாயத்தின் பிரச்சினைகளைத் தீர்க்கும் மனப்பான்மை ஏற்படுவதானது சிறந்த வாழ்க்கைக்குத் தேவையான மதிப்பிட முடியாத பெரும் பயனாகும்.

அறிவைப் பெறுதல்
(Acquition of knowledge)

ஒரு காலத்தில் பாட அறிவைப் பெறுதல் என்பது மட்டுமே கல்வியின் முக்கிய நோக்கமாகக் கருதப்பட்டது. இன்றும் பல வேளைகளில் அவ்வாறே உள்ளது. அதிக அளவில் தகவல்களை அறிந்திருத்தல் என்பது அன்றும், இன்றும் சிறந்த கற்றலின் அறிகுறியாகக் கருதப்படுகிறது. வகுப்பறையிலும், பாட நூலில் காணப்படும் வாக்கியங்களை அப்படியே நினைவு கூர்ந்து ஒப்பிக்கும் மாணவனும், ஆசிரியர் கூறியதை அப்படியேத் திரும்பக் கூறும் மாணாக்கனும் சிறந்த மாணாக்கர்களாகக் கருதப் படுகின்றனர்.

இன்னோரன்ன பல்வகையான கூற்றுகள் பல இருப்பினும் தகவலைப் பெறுதல் என்பது எல்லா வகைக் கல்வியின் முக்கிய நோக்கமாக இருக்க வேண்டியது அவசியமே யாகும். மெய்ம்மைகளையும், தகவல்களையும் பற்றிய அறிவு தான், விளக்கம் பெறுவதற்கு (understanding) அடிப்படை என்பதையும் அறிவியல் கலைச்சொல் பயிற்சி, அறிவியல் திறமைகள், அறிவியல் முறையில் சிந்திக்கும் பழக்கம், அறிவியல் மனப்பான்மை, புதிய கொள்கைகள் உருவாதல் மற்றும் அறிவியலை உணர்ந்துப் போற்றும் திறன் போன்றவைகள் வளரவும் அவசியம் என்பதை மறுக்க முடியாது. எனவே இது மற்ற நோக்கங்களில் முதன்மையானதாகும்.

இன்று அறிவியலின் துணையால் முன்பு கனவுகளாகவும், கற்பனைகளாகவும் இருந்தவை இன்று நனவுகளாகி வருகின்றன. பல வகையான நோய்களைக் கண்டுபிடித்து அறிதல், தடுத்தல், உடலுக்குத் தேவையான பலவகை சத்துணவுகள், மரபியல் கருத்துக்களின் அடிப்படையில் புதிய, பயனுள்ள, வீரியமுள்ள தாவர இனங்களை, உற்பத்திச் செய்தல், கால்நடைகளை உற்பத்திச் செய்தல், நோய் தடுக்கும் பல புதிய மருந்துகள் கண்டுபிடிப்பு, நல்வாழ்விற்குத் தேவைப்படும் அனைத்து வசதிகளையும் உண்டாக்கிக் கொள்ளல் போன்ற செயல்கள் அறிவியல் அறிவினால் பெற்ற பயனேயாகும். அறிவியல் அறிவின் வளர்ச்சி, சுற்று புறங்களிலும் பல மாறுதல்களை ஏற்படுத்தியுள்ளது. எனவே நாம் வாழும் சுற்று புறத்தை நன்கு அறிய அறிவியல் கருத்துக்கள், விதிகள், தத்துவங்கள், பெரிதும் தேவைப்படுகின்றன. அறிவியல் அறிவு சொந்த வாழ்க்கையிலும், சமுதாயத்திலும் ஏற்படும் பிரச்சினைகளை, அறிவியல் மனப்பான்மையோடு அறிவியல் முறையைப் பின்பற்றித் தீர்க்க உதவுகிறது. அறிவியல் அறிவு மூட நம்பிக்கைகளுக்கு இடம் கொடுப்பதில்லை. உற்று நோக்கி கவனித்து அறிதல், அமைதியாக, சரியான முறையைத் தேர்ந்தெடுத்து தீர்மானித்தல் போன்ற படிகளைக் கொண்ட அறிவியல் முறையை அறிந்துக் கொள்ள செய்வதுடன் அறிவியல் முறைச் சிந்தனைப் பயிற்சியும் அளிக்கிறது. உயிரியலைக் கற்பதன் வாயிலாக அன்றாட வாழ்க்கைக்குப் பயன்படும் அடிப்படை அறிவியல் கருத்துக்கள், கொள்கைகள் பற்றிய அறிவுகளையும், அறிவியலின் பிரிவுகளைப் பற்றியும் அவை ஒன்றையொன்று சார்ந்திருத்தலையும், தாவரங்கள், பிராணிகள் பற்றிய அறிவும், அவை ஒன்றையொன்று சார்ந்து வாழ்தலையும், இயற்கையின் நிகழ்ச்சிகள் பற்றிய கருத்துக்களையும், தாவரம், பிராணி இவைகளின் தோற்றம், பரிணாம வளர்ச்சி, மற்றும் மனித உடல், சுகாதாரம் போன்றவற்றின் பாட அறிவை வழங்குவதும், உயிரியல் கற்பித்தலின் நோக்கங்களில் ஒன்றாகும்.

அறிவியல் முறையில் சிந்தித்தல்

அறிவியல் அறிஞர்கள் ஒரு பிரச்சினையை அணுகும் முறையையே அறிவியல் முறை என்கிறோம். அறிவியல் சம்பந்தமான பிரச்சினைகள், கண்டு பிடிப்புகளில் கையாளும் இம்முறையையே அன்றாட வாழ்வில் ஏற்படும் பிரச்சினைகளிலும் கையாண்டு வெற்றி பெறுதலாகும். அறிவியல் முறை என்பது ஒரு பிரச்சினையை நன்கு அறிந்து, அது சம்பந்தமாக உற்று நோக்கலால் பெற்ற பல சான்றுகளையும் தகவல்களையும் சேகரித்து, வகைப் படுத்தி, அவைகளுக்கு விளக்கம் கண்டு, இவற்றால் தோன்றிய கருதுகோளை பல சோதனையின் மூலம் சோதித்து அறிந்து இறுதியாக முடிவுக்கு வருதலாகும். இப்படிகளில் ஆய்ந்து பார்க்கும் இயல்புடைய (reflecting thinking) சிந்தித்தலின் சிறப்பு அம்சமான அறிவியல் மனப்பான்மை, திறமைகள், அறிவியல் பழக்கங்கள், போன்ற பண்புகள் பங்கு பெறுகின்றன. உயிரியல் கற்பித்தலின் சிறந்த நோக்கங்களில் ஒன்று அறிவியல் முறையில் பயிற்சி அளித்தலாகும். இம்முறையில் மாணாக்கர்கள் பயிற்சி பெறுவதால் எவ்வகையான பிரச்சினையாக இருந்தாலும் அதனை எளிதில் தீர்க்க முடியும். அறிவியல் முறையில் உயிரியலைக் கற்றவர்கள் எப்பொருள் பற்றியும் அவசர முடிவுக்கு வர மாட்டார்கள். ஏனெனில், இக் கருத்துக்கள் சொந்த விருப்பு வெறுப்பிற்கு இடமின்றி அறிவியல் முறை சிந்தனையால் ஏற்பட்டவையாகும். அறிவியல் முறையில் பயிற்சிப் பெற்றவர்கள் தான் முடிவுக்கு வந்த கருத்துகளுக்கு வேறாக ஒரு நிகழ்ச்சி நடந்தால் தனது கருத்துக்களை மாற்றிக் கொள்ளவும் தயங்க மாட்டார்கள். இதனால் பிரச்சினைகள் ஏற்படும்போது வீண் பிடிவாதம், குருட்டு நம்பிக்கை ஆகியவற்றிற்கு இடம் கொடுக்காமல், அதற்கான காரண காரியத்தை நன்கு உற்று நோக்கி, ஆராய்ந்து தீர்க்கும் பழக்கம் ஏற்படுகிறது.

அறிவியல் மனப்பான்மையை உருவாக்குதல்

அறிவியல் கற்பித்தலின் முக்கிய நோக்கங்களில் ஒன்று, அறிவியல் மனப்பான்மையை வளர்த்தலாகும். அறிவியல் மனப்பான்மை என்பது ஒரு பக்கம் சார்ந்து கூறும் மனப்பான்மை யின்றியும், விருப்பு வெறுப் பின்றியும் உண்மைகளை நன்கு ஆராய்ந்து காரணம் காணும் மனப்பான்மையேயாகும். திறந்த மனதுடனும் சரியான அறிவினைப் பெற விருப்பமும், அறிவை அடைவதற்கான வழிகளில் முழு நம்பிக்கையும் நிரூபிக்கப்பட்ட அறிவினைப் பயன் படுத்தி, பிரச்சினைகளுக்கு தீர்வு காணுதல் போன்றவைகள், சில அறிவியல் மனப்பான்மைகளாகும். அறிவியல் மனப்பான்மையானது

எதையும் திறனாய்வு முறையில் சிந்திக்கவும் உற்று நோக்கவும் செய்கிறது. பிரச்சினைகளை விருப்பு வெறுப்பின்றி, தன்வயப்படாமல், புறவயத் தன்மையான முறையில் அணுகவும், அவற்றைத் தீர்க்க முற்படும் போது திட்டமிட்ட முறைகளைக் கையாளவும் செய்கிறது. அறிவியல் மனப்பான்மை உடையவர்கள் எந்த ஒரு முடிவையும், இறுதியானது, மாற்ற முடியாதது எனக் கொள்ள மாட்டார்கள். மற்றவர்களுடைய கருத்துக்கு மதிப்புக் கொடுப்பதோடு, தனது கருத்துகளுக்கு மாறாக வேறு புதிய கருத்துக்கள் ஏற்றுக் கொள்ளத்தக்க சான்றுகளுடன் கூறப்படுமானால், தனது கருத்துக்களை மாற்றிக் கொள்ளவும் தயாராக இருப்பார்கள். அறிவியல் மனப்பான்மையானது ஆதார மற்ற கருத்துக்களையும், மூட நம்பிக்கைகளையும் ஏற்றுக் கொள்வதைத் தவிர்க்கிறது. ஒருவன் தன்னைச் சுற்றியுள்ள பொருள்களை உற்று நோக்கி, அதனை அறிவியல் நோக்கில் ஏன்? எப்படி?என்ன? என அறிய ஆவல் கொள்ள அறிவியல் மனப்பான்மை உதவுகிறது. தக்க சான்றுகள் இன்றி அவசரப்பட்டு எந்த ஒரு முடிவுக்கும் வராமல் இருக்க உதவுகிறது.

மனப்பான்மை என்பது குறிப்பிட்ட வகையான செயல்களுக்கு தயாராக இருக்கும் நிலையாகும். ஒருவரது மனப்பான்மை யானது எளியதாகவோ அன்றி சிக்கல் நிறைந்ததாகவோ, நிரந்தரமாகவோ, தற்காலிகமாகவோ, நிலைத்தோ அன்றி நிலையின்றியோ, மேம்போக்காகவோ அன்றி ஆழ்ந்த அடிப்படையானதாகவோ இருக்கலாம். போதுமான மெய்ம்மைகள் இன்றி, செய்யப்படும் முடிவானது தவறான விளைவுகளை உண்டாக்குவதுடன் ஒருதலைப்பட்ட மனப்பான்மையையும் வளர்க்கும். பிரச்சினைகளுக்கு, நேரடி உற்று நோக்கலின் வாயிலாக விடைகளைக் காணுவது, தேவையான பரிசோதனைகளைச் செய்து பார்ப்பது, மெய்ம்மைகளை விவாதிப்பது, கருத்துக்களைச் சரிபார்த்தலும், சோதித்தறிதலும், ஆரம்ப நிலையில் காணப்படும் சில அறிவியல் மனப்பான்மைகளாகும். சில முக்கிய அறிவியல் மனப்பான்மையானது எதையும் ஏற்று சீர்தூக்கி அறியும் திறந்த மனம், அறிவியல் ஆர்வம், அறிவியல் மெய்ம்மைகளின் அடிப்படையில் மட்டும் முடிவெடுத்தல், முடிவுகளை சரிபார்க்கவும் சோதிக்கவும் எப்போதும் தயாராக இருத்தல், நேர்மையான முறையில் தகவலைக் கொடுத்தல், தான் மட்டுமே நிபுணர் என்ற நினைப்பை ஒதுக்குதல், குறிப்பிட்ட துறைகளில் சிறப்பு வாய்ந்த அறிஞர்களால் எழுதப்பட்ட நூல்களில் நம்பிக்கை வைத்தல் போன்றவை களாகும்.

இவ்வறிவியல் மனப்பான்மையானது மாணாக்கர்களிடம் தானாக வளரட்டும் என இராது, அதனை உருவாக்க அறிவியல் ஆசிரியர்கள் தனி முயற்சி எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும். வகுப்பறைச் செயலில்

சுதந்திரமான வழிமுறைகள்) புதிய கண்டுபிடிப்பு வகையிலான செயல் திட்டங்களில் மாணுக்கர்களை ஈடுபடுத்துதல், முடிவுக்கு வருவதற்கு முன்னர் தேவையான அளவு தகவலைச் சேகரித்தலை வற்புறுத்துதல் போன்றவை அன்ருட பாடம் கற்பித்தலில் இடம் பெறும்போது தேவையான மனப்பான்மை வளர்வதுடன் தவருன எண்ணங்களையும், மாருக புரிந்துக் கொள்ளப்பட்ட கருத்துக்களையும் திருத்திக் கொள்ள உதவுகிறது.

அறிவியல் திறன்கள்
(Scientific Skills)

அறிவியல் திறன்களை அடைதல் என்பது அறிவியல் கற்பித்த லின் குறிக்கோள்களில் ஒன்ருகும். (அறிவியலால் பெறும் இத்திறன் கள் அவர்களது தினசரி வாழ்க்கையில் பயனளிக்க வேண்டும் என்பதே அறிவியல் பாடம் கற்பித்தலின் நோக்கமாகும்) அறிவியல் அறிவோடு திறன்கள் வளரவும் நன்கு பயிற்சி அளிக்க வேண்டும். தொழிலில் திறமைப் பெற்றுச் சிறக்கவும், கைத்திறன் வளர்ச்சி அடிப் படையான தேவையாகும் (திறன்களை பயிற்சி இன்றி பெற முடியாது. ஒருவன் பாட அறிவின் மூலமாக, திறமையாக ஒன்றை எவ்வாறு செய்யலாம் என்பதை நன்கு கூறலாம். ஆனுல் பல காரணங்களால் அவற்றைச் செய்து காட்டவோ, அல்லது நன் முறையில் விரைவாகச் செய்யவோ முடியாது. (ஒருவன் எழுத்துத் தேர்வில் (பாட அறிவு) அதிக மதிப்பெண்களைப் பெறமுடியும். ஆனுல் செய்முறைத் தேர்வில் தோல்வியும் அடையலாம். திறன்களை வளர்த்தல்) என்பது முன் னேற்றத்தைக் குறிக்கிறது. மாணுக்கர்களும், செய்துகொண்டு இருப்பதை மேலும் நன்முறையில் செய்வதையே பெரிதும் விரும்பு வர். திரும்பத் திரும்பச் செய்வதும், பயிற்சியுமே, திறமையை வளர்ப்பதற்கான முக்கிய வழிகளாகும். (செயலோடு இல்லாத பாட அறிவு பயனற்றது (Knowledge without action is sterile). பாட அறிவு இல்லாத செயல் குருட்டுத்தனமானது (Action without knowledge is blind) என்ற கருத்தும் இதனை வற்புறுத்துகிறது.) பாட அறிவா னது, தொடர்ந்து பாட அறிவைப் பெருக்குதல் தரத்தை அதிகரித்தல் ஆகிய வைகளுக்குச் சரியாக உதவாவிடில் அது மட்டும் போதுமான தாகாது. எனவே பாட அறிவானது, பாடப் பொருளை நினைவில் வைத்துக் கொள்வதற்கு மட்டும் கவனம் செலுத்தாது, அதனோடு தொடர்புடைய கருவிகளைத் திறமையான முறையிலும் விரைவாக வும், தானுகவும், நன் முறையிலும் கையாளும் திறமையைக் காலப் போக்கில் ஏற்படுத்துவதாகும்.

உயிரியல் கற்பித்தலின் வாயிலாக பலவகைத் திறன்களை வளர்க்கலாம்.

1. பொதுத் திறன் : மொழித் திறன்கள் - எழுதுதல், படித்தல் போன்றவை.

2. தொடர்பு கொள்ளும் திறன்கள் : பேசுவது, கவனிப்பது போன்றவை.

3. சமுகத் திறன்கள் (Social skills) : மற்றவர்களுடன் பழகுதல், மற்றவர்களிடத்திலும் அவர்களது பொருள்களிடத்திலும் மதிப்பு வைத்தல், குழுக்களில் பயனுள்ள வகையிலும், திறமையான முறையிலும் பணி புரிதல், ஒத்துழைத்தல், உணர்ச்சி வசப்படாது மனயெழுச்சிகளைக் கட்டுபடுத்தி இருத்தல் போன்றவை.

4. கலை உணர்ச்சித் திறன் (Aesthetic skills) : மாதிரிப் படங்கள், மாதிரிப் பொருள்கள், மற்றும் பாட போதனைக்கான வேறு பொருள்களைக் கலை உணர்வோடு செய்யும் பயிற்சியை வளர்க்கும் திறன்.

5. பாதுகாப்புத் திறன் : விபத்துக்கள் ஏற்படாமல் தடுத்தலும், தேவையான போது முதலுதவிச் செய்யும் திறனுமாகும்.

6. ஆய்வகத் திறன்கள் (அ) பரிசோதனை செய்யும் திறன் : ஆய்வகத்தில் பரிசோதனைச் செய்வதற்கான திறன்கள், துணைக் கருவிகளை கையாளுதல், பரிசோதனைக்கு ஏற்றவாறு அமைத்தல் - உயிரியல் பொருள்களை அறிந்து பாகங்களை காணும் வகையில் வைத்தல்', எடுத்து வைத்தல் ஆகிய திறன்களோடு, பொருள்களைக் கெடாமல் பாதுகாக்கும் திறன் போன்றவையாகும்.

(ஆ) சொந்தமாகத் துணைக்கருவிகளை உருவாக்கும் திறனும் பழுதானவற்றை சீர் செய்யும் திறனும்,

(இ) படம் வரையும் திறன் : உயிரியல் சம்பந்தமான பொருள்களையும், பாகங்களையும், சில துணைக் கருவிகளையும், பரிசோதனையையும் பார்த்து வரையும் திறனை ஏற்படுத்துதல்.

(ஈ) உற்று நோக்கி அறியும் திறன்.

7. பிரச்சினைகளைத் தீர்க்கும் திறன்.

8. இவற்றோடு பொருள்களை அதன் பொது, சிறப்பு அம்சங்களின் அடிப்படையில் இனம் பிரித்தலுக்கான திறன், சிக்கலான பிரச்சினைகளை, நன்கு பிரித்துணர்ந்து ஆராயும் திறன்கள், மற்றும்

ஒருவரது கருத்துக்களைச் சரி பார்க்கும் திறன் ஆகியவற்றை வளர்த்தலாகும். உடலும், உயிரும் ஒரு உயிரினத்தின் பிரிக்க முடியாத ஒன்ருகையால் இத்திறன்கள் அனைத்தும் உடல், உள்ள நிலையில் நிகழ்வதாகும்.

அறிவியல் கவர்ச்சி
(Scientific Interest)

அறிவியல் கற்பித்தலானது, சில அறிவியல் கவர்ச்சிகளை வளர்த்தலைக் குறிக்கோளாகக் கொண்டிருக்க வேண்டும். உயிரியல் சம்பந்தமான நூல்களைப் படித்தல், அறிவியல் பொழுது போக்குகள், அறிவியல் கழகச் செயல்கள், அறிவியல் சம்பந்தமானத் தொழில்கள், இயற்கை ஆகியவற்றில் கவர்ச்சியையும் ஆர்வத்தையும் வளர்க்க வேண்டும். ஆசிரியரும் மாணுக்கர்களுக்கு அறிவியலில் கவர்ச்சி ஏற்படுவதற்கான சூழ்நிலையையும், செயல்களையும் ஏற்படுத்திக் கொடுக்க வேண்டும். உதாரணமாக, உயிரியல் பொருட்காட்சி அமைத்தல், தோட்டம் அமைத்தல், வெளிப் பயணம், மீன் காட்சி சாலை அமைத்தல், சிறு பிராணிகளை வளர்த்தல், நூல் நிலையப் படிப்பு போன்றவ்வைகளாகும். இவற்றைத் தவிர ஊக்கி முறைகளான பரிசும் தண்டனையும், புகழ்ச்சியும் வசையும், நல்ல முறையில் போட்டி மனப்பான்மைகளையும் பயன்படுத்தலாம். மாணுக்கர்களை எப்போதும் பிரச்சினைகளை ஏற்கத் தயாராக இருக்கச் செய்ய வேண்டும். பிரச்சினையானது உண்மையானதாகவும், தொடர்புடையதாகவும் இருந்தால் கவர்ச்சி தாஞகவே வந்துவிடும். இவ்வாறு கவர்ச்சி ஏற்பட்ட நிலையில், முயற்சி எடுத்தல், பயன் படுத்துதல் போன்ற கேள்விக்கே பிறகு இடமிருக்காது. ஆர்வத்தை மாணுக்கர்கள் மீது வற்புறுத்தி திணிக்காமல் அவர்களது உள்ளுணர்வுகளுக்கு ஏற்ப தாஞகவே தேர்ந்தெடுப்பதாகச் செய்ய வேண்டும். கவர்ச்சியும் மாறக் கூடியதேயாஞலும், குறிப்பிட்ட காலத்திற்குப் பின்னர் அவை நிலையாக இருக்கும். இது தொடர்பாக சில விரும்பத்தக்கச் செயல்கள்.

1. பொருள்களைச் சேகரித்தல் (விதைகள், இலைகள், பிராணிகள், பறவைகள், ஓடுகள், எலும்புகள், புதைபடிவங்கள், (fossils) போன்றவை.

2. சொந்தமாகத் துணைக் கருவிகளைத் தயாரித்தல் (improvisation).

3. உயிரியலோடு தொடர்புடைய பண்ணைகள், கடற்கரை, ஏரி, சிறுகாடு போன்ற இடங்களுக்கு வெளிப்பயணம் சென்று வருதல்.

4. உயிரியல் சம்பந்தமான விளக்கப்படம், மாதிரி பொருள்களைச் செய்தல்.

5. உயிரியல் சம்பந்தமான சில பரிசோதனைகளைச் செய்தல்.

6. உயிரியல் சம்பந்தமான புத்தகங்கள், இதழ்களைப் படித்தல்.

7. உயிரியலோடு தொடர்புடைய செயல்களில் கவர்ச்சியை ஏற்படுத்துதல் (தோட்டம் போடுதல், தேனீ வளர்த்தல், கோழி வளர்த்தல்).

8. உயிரியல் கழகத்தின் பல்வேறு பணிகளில் பங்கேற்கச் செய்தல் போன்றவை.

அறிவியல் பழக்கங்களை ஏற்படுத்துதல்

உயிரியல் அறிவை அறிவியல் முறைப்படி கற்றவர்களுக்கு சமுதாயத்தால் போற்றப்படும், நேர்மை, உண்மை, பொறுமை, தன்னம்பிக்கை, தன்னைச் சார்ந்திருத்தல் போன்ற பண்புகள் வளர்கின்றன. இவைகள் அறிவியல் கற்பிப்பதால் பெறக்கூடிய பயன்களாகும். மேலும் எதையும் கூர்ந்து கவனிக்கும் பழக்கம், அவசரப்படாமல் நன்கு ஆலோசித்து முடிவுக்கு வரும் பழக்கம், உண்மையை அறிந்து போற்றும் பண்பு, விருப்பு வெறுப்பின்றி காரணம் கண்டு அறிதல், செயலில் முழுமனதுடன் ஈடுபடுதல் போன்ற பழக்கங்கள் அறிவியல் கற்பித்தலால் உண்டாகிறது.

உண்மையை உணர்ந்து போற்றுதல் (Appreciation)

நாகரிக வளர்ச்சிக்கு உயிரியல் ஆற்றிய பங்கையும், இயற்கையின் இரகசியங்களையும், நிகழ்ச்சிகளையும் அறிவதற்காக மனிதன் புரிந்த தீரச் செயல்களையும், அறிவியல் முறையினால் ஏற்பட்ட பயன்களையும் உணர்ந்து போற்றுதல் மாணாக்கர்களுக்கு உயிரியல் கற்பித்தலின் நோக்கமாக இருக்க வேண்டும். மனித இன வசதிக்காக உயிரியல் எவ்வகையில் எல்லாம் உதவியுள்ளதை மாணாக்கர்கள் உணருமாறு ஆசிரியர் செய்ய வேண்டும். உயிரியல் மெய்ம்மைகளையும், தத்துவங்களையும் கண்டு பிடிப்பதில் உயிரியல் அறிஞர்களின் துணிகரச் செயல்களை ஆசிரியர் விளக்க வேண்டும். உயிரியலைக் கற்பதன் வாயிலாக மாணாக்கர்கள் இயற்கையில் காணப்படும் உயிரினங்களின் அழகையும் அமைப்பையும், தொடர்பையும் அறிந்து மகிழ்கிறார்கள். பூக்களின் வண்ணம், அழகு, ஒழுங்கமைப்பு, வனங்களின் வனப்பு, பிராணிகளின் எடுப்பானத்

தோற்றம், பிராணிகளும், தாவரங்களும் தரமான சந்ததிகளை உரு வாக்க கையாளும் இயற்கையின் முறைகள், மாணுக்கர்களுக்கு வியப்பையும், மகிழ்ச்சியையும் ஏற்படுத்துகின்றன. பருவ காலங் களில் காணப்படும் தாவர மாற்றங்களையும், பிராணிகளையும் கண்டு மகிழ்கிருர்கள்.

ஓய்வு நேரத்தைப் பயனுள்ள முறையில் பயன்படுத்துதல்

பல வகையான அறிவியல் சம்பந்தமான செயல்களையும், ஈடு பாட்டுக் கலைகளையும் கற்பதன் வாயிலாக ஓய்வு நேரத்தை நன் முறையில் கழித்தலும், உயிரியல் கற்பித்தலின் நோக்கங்களில் ஒன்ருகும். மாணுக்கர்களை தங்களது அன்ருட வாழ்க்கைக்குப் பயன்படும் பொருள்களைத் தயாரித்துக் கொள்ள கற்றுக் கொடுக்க லாம். தோட்டம் அமைத்தல், தேனீ வளர்த்தல், கோழி வளர்த்தல், பறவை வளர்த்தல், மீன் வளர்த்தல், தாவரங்களையும், பிராணிகளை யும் பதப்படுத்தி பாதுகாத்தல், இயற்கைப் பஞ்சாங்கம் தயாரித்தல் போன்றவை சில உயிரியல் சம்பந்தமான ஈடுபாட்டுக் கலைக(hobbies) ளாகும். ஓய்வு நேரத்தை மகிழ்ச்சியாகவும், பயனுள்ள வகையிலும், ஊதியம் பெறும் வகையிலும் செலவழித்தல் வேண்டும். வருவாய் தரும் வகையில் ஓய்வு நேரத்தைப் பயன்படுத்தும் முறைகளையும், பல வகையான அறிவியல் செயல்களையும், செயல் திட்டங்களையும், ஈடுபாட்டுக் கலைகளின் வாயிலாக கற்பித்தலும் உயிரியல் கற்பிப்பதன் நோக்கங்களில் ஒன்ருக இருக்க வேண்டும். வழக்கமான வாழ்க்கைத் தொழிலிலிருந்து வேறுபட்ட தொழிலில் ஓய்வு நேரத்தில் ஈடுபடும் போது மனதிற்கு மகிழ்ச்சி ஏற்படுவதோடு திறமையும் வளர்கிறது.

சிறந்த வாழ்க்கைக்குப் பயிற்சி அளித்தல்

சிறந்த வாழ்க்கைக்கு அடிப்படையான, சுகாதார, ஆரோக்கிய விதிகளையும், சுகாதார முறையில் வாழ்வதற்கு பயிற்சியும் அளிப்பது அறிவியல் அறிவாகும். உடல் நலத்துடன் வாழ உடல் உறுப்பு களின் அமைப்பு, அதனை பாதுகாக்கும் முறைகளையும் அறிதல் முக்கியமாகும். உயிரியலின் பகுதியான உடற்கூறு நூலும் (physio-logy) மற்றும் சுகாதார நூலும் உடலுறுப்புகளின் அமைப்பு, வேலை, பாதுகாக்கும் முறைகளை மாணுக்கர்களுக்கு விளக்குகின்றன. இவற்றைக் கற்பதன் வாயிலாக உடலைத் தூய்மையாகப் பேணுதல், நோய்களைத் தடுக்கும் முறைகள் சாதாரண நோய்களைக் குணப் படுத்துவதற்கான முறைகள் ஆகியவற்றை அறிகின்றனர். நோய் களுக்குக் காரணம் அசுத்தமான சூழ்நிலை என்பதையும் உணர்ந்து,

சுற்று புறத்தைத் தூய்மையாக வைத்திருத்தல், தன் சுகாதாரத்தைப் பேணுதல், சமுக சுகாதாரத்தைக் காத்தல் போன்ற பண்புகள் வளர்கின்றன. நல்வாழ்க்கைக்கு வேண்டிய அறிவு, திறன்கள், நல்ல பழக்கங்கள், அறிவியல் மனப்பான்மை போன்ற பண்புகளைப் பெற்று பிற்காலத்தில் சிறந்த குடிமக்களாக வாழவும், உடல் நலத்துடன் வாழவும் உயிரியல் பெரிதும் உதவுகிறது.

தொழிலுக்கு அடிப்படையான பயிற்சி அளிக்கல்

உயிரியலைக் கற்பதால் பெறும் அறிவும், ஆற்றலும், திறன்களும் பிற்காலத்தில் ஒருவரது அன்றாட வாழ்க்கையில் உதவ வேண்டும் என்பது உயிரியல் கற்பித்தலின் நோக்கங்களில் ஒன்றாகும். தொழிலில் திறமை பெற்றுச் சிறக்க, கைத்திறன் பயிற்சி அடிப்படையாகும். இதற்கு உயிரியல் கற்பித்தல் பெரிதும் உதவுகிறது. வளமான வாழ்வு பெற ஒவ்வொருவரும் ஒரு தொழிலை மேற் கொள்ளுதல் அவசியமாகும். இத்தொழிலானது அதனை மேற் கொள்பவர்களது விருப்பம், கவர்ச்சி, திறன்கள், திறமைகள் ஆகியவற்றுடன் பொருந்தியதாகவும், ஊதியம் தரவல்லதாகவும் இருக்க வேண்டும். பொது அறிவியலையும், உயிரியலையும் அடிப்படையாகக் கொண்டத் தொழிலை மேற்கொண்டால் அதில் கவர்ச்சியுடன் ஈடுபட்டு சிறந்து விளங்கவும் தக்க ஊதியம் பெறவும் வாய்ப்புண்டு. விவசாயத் துறை, கால்நடைத் துறை, மீன் துறை (Fisheries), வனத் துறை, மருத்துவத் துறை போன்றவை இதற்கு எடுத்துக்காட்டாகும். இதனை மேற் கொள்ள உயிரியல் அறிவு மிகவும் அவசியமாகும்.

திறமைகளை வளர்த்தல்
(Development of abilities)

உயிரியல் கற்பித்தல் மாணக்கர்களிடையே, சில திறமைகளை வளர்த்தலையும் நோக்கமாகக் கொண்டிருக்க வேண்டும். அவை :

1. உயிரியல் பாட சம்பந்தமான பிரச்சினைகளை அறியும் திறமை.
2. தகவல்களை ஒழுங்கு படுத்தி விளக்கம் கூறும் திறமைகள்.
3. பிரச்சினையைப் பிரித்தறியும் திறமைகள்.
4. பொது விதி காணும் திறமைகள்.
5. உயிரியல் பொருட்காட்சி, அருங்காட்சியகம் அமைக்கும் திறமைகள்.
6. கல்வி உலா மேற்கொள்ளும் திறமைகள்.

7. தேவையான தகவல்களை உரிய இடத்திலிருந்து சேகரிக்கும் திறமை.

8. அடைந்த பாட அறிவைக் கொண்டு சொந்தமாகத் துணைக் கருவிகளைத் தயாரித்தல், பயன்படுத்துதல், பழுது ஏற்பட்டால் நிவர்த்தி செய்தல் ஆகிய திறமைகள்.

9. அறிவியல் கலைச்சொற்களைப் பயன்படுத்தி கலந்துரையாடல், விவாதித்தல் போன்ற திறமைகள்.

வினாக்கள்

1. உயர்நிலைப் பள்ளிகளில் உயிர்நூல் பயிற்றுதலுக்குரிய நோக்கங்களுக்கான அடிப்படைகளை ஆதாரமாகக் கொண்டுள்ள ஒரு சில கற்றல் அனுபவங்களை எடுத்துக்காட்டுக.

2. உயிரியலை உயர்நிலைப் பள்ளிகளில் பயிற்றுவதன் நோக்கங்கள் யாவை? உரிய எடுத்துக் காட்டுகளுடன் விவரிக்க.

3. அறிவியல் மனப்பான்மை என்றால் என்ன? அதனை உருவாக்க உயிரியல் எவ்வாறு உதவுகிறது?

4. உயிரியலைக் கற்பிப்பதன் வாயிலாக மாணாக்கரிடையே எவ்வகைத் திறன்களை வளர்க்கலாம்.

5. மாணாக்கர்களின் தினசரி வாழ்விற்கு உதவும் சில சமூக பயனைக்கொண்ட எவ்விதமான சில மனப்பான்மைகளை உயர்நிலைப் பள்ளி உயரியலால் வளர்க்க முடியும் என நம்புகிறாய்? இம் மனப்பான்மையை உண்டாக்க உதவும் எனக் கருதும் பாடப் பொருளையும் முறைகளையும் இணைத்துக் கூறுக.

6. பள்ளியில் குறிப்பாக உயிரியல் ஆசிரியர் எவ்வாறு மாணாக்கர்களின் பல திறப்பட்ட திறமையும், கவர்ச்சியும் வளர வாய்ப்பு ஏற்படுத்தலாம்.

3. பாடத்தைத் திட்டமிடுதலைத் தயாரித்தல்

(Preparation of Lesson Planning)

வகுப்பறையில் கற்பித்தலானது நன்முறையிலும், பயனுள்ளதாகவும் அமைய வேண்டுமானால் ஆசிரியர் தான் கற்பிக்கப்புகும் பாடம் குறித்து முன்கூட்டியே திட்டமிட்டு தயாரித்தல் மிகவும் அவசியமாகும். ஆசிரியர் கற்பிக்கத் தொடங்கு முன்னர், எதைக் கற்பிப்பது எவ்வாறு கற்பிப்பது என்பதை அறிதல் வேண்டும். பாடப் பொருள்குறித்துத் தெளிவாக நோக்கத்தைப் புரிந்து அதற்கேற்பத் திட்டமிடுதல் வேண்டும். மாணாக்கர்களின் சமூக, வெளியுலக சூழ்நிலை, செயல்கள் இவைகளையறிந்து, அவற்றை எவ்வாறு தனது பாடத்தில் இணைப்பது என்பதையும் அறிந்திருக்க வேண்டும். பாடத்தை எவ்வாறு தொடங்குவது, பாடப் பொருளை எவ்வாறு மாணாக்கர்களுக்கு வழங்குவது, துணைக்கருவிகளை எவ்வாறு பயன்படுத்துவது போன்றவைகளை அறிந்திருத்தல் வேண்டும். இறுதியில் தனது கற்பித்தலானது எந்த அளவிற்கு அதன் நோக்கத்தை நிறைவேற்றியுள்ளது என்பதை மதிப்பிடவும் அறிந்திருக்க வேண்டும். பாடத்தைத் திட்டமிடுதல் என்பது உண்மையில் செயலைத் திட்டமிடுதலாகும். சிறந்த பாடத்திட்டமிடுதலானது, ஆசிரியரின் உழைக்கும் திறன், அவரது அறிவு, மாணாக்கர்களை ஆசிரியர் புரிந்துகொண்டுள்ள நிலை, கல்வியின் குறிக்கோள்களை அவர் விரிவாக அறிந்துள்ள தன்மை, கற்பிக்க இருக்கும் பாடப்பொருள் குறித்து அவரது அறிவு, பயன்படுத்தும் போதனை முறைகளின் திறமை ஆகியவைகளையும் பொருத்துள்ளன.

பாடத் திட்டமிடுதலுக்கான காரணங்கள்
(Reasons for Planning lessons)

1. நாம் யாருக்காக கற்பிக்கத் திட்டமிடுகிறோமோ, அவர்களது மனவளர்ச்சியைக் கருத்தில் கொண்டு பாடப்பொருளை தர்க்க ரீதியாகவும், ஒழுங்காகவும் நன்கு திட்டமிட்டால் திறமையான முறையில் கற்பிக்கலாம்.

2. முன்கூட்டியே திட்டமிடுதலால் கற்பித்தலுக்குத் தேவையான அளவு, பாடப் பொருள்களுக்கான உதாரணங்களைப் பெறவும், கற்பித்தலின் நோக்கங்களை அடையவும் முடிகிறது.

3. இதனால் காலம், முயற்சி போன்றவைகளில் சிக்கனம் ஏற்படுகிறது.

4. முன்கூட்டியேத் திட்டமிடுதலால் முதல்தரமான கற்பித்தலைச் செய்யமுடிகிறது. இதனால் கற்பித்தலின் போது எண்ணக் குலைவோ (Frustrating) அல்லது இக்கட்டான சூழ்நிலையோ ஏற்படுவது தவிர்க்கப்படுகிறது. அரூப (abstract) கருத்துக்களையும், கொள்கைகளையும், மெய்ம்மைகளையும் புரிந்து கொள்வதில் மாணாக்கர்களுக்கு உண்டாகும் சிரமங்களை, முன் கூட்டியே எதிர் பார்த்து கற்பித்தலுக்கான பட்டியலைத் தயாரிக்கவும், உரிய காலங்களில் சோதிக்க வினாக்களைச் சேகரிக்கவும், போதனை உபகரணங்களை முன் கூட்டியே சேகரித்தும், சோதித்துப் பார்த்தும் செய்ய முடிகிறது. இது மாணாக்கர்களுக்கு மேற்கோள் நூல்களைக் கூறவும் உதவுகிறது. கற்பித்தலுக்குரிய காலத்தை முழுவதும் நன்முறையில் பயன்படுத்த முடிகிறது.

5. ஆசிரியர் தனது சொந்த கருத்துக்களைக் கையாளவும், சோதித்தறியவும் வாய்ப்பு அளிக்கிறது. இதன் விளைவாக மாணாக்கர்களின் அனுபவத்தைக் கொண்டு தனது முன்னேற்றம், தொழில் சம்பந்தமான வளர்ச்சிக்கு உதவுகிறது.

6. பாடத் திட்டமிடுதலானது, தன்னம்பிக்கை, விடாப்பிடியாக இருக்கும் இயல்பு (Persistence), பாதுகாப்பு, தனது பணியைப் பற்றியப் பெருமை போன்றவற்றை வளர்க்கின்றன. இது களைப்பு, பயம், மற்றும் சிரமத்தைக் குறைக்கின்றன.

7. பாடத் திட்டமிடுதலானது, பலவகை பாடங்களோடும் தொடர்பு ஏற்படுத்த உதவுகிறது. இது கற்பித்தல் செயலில் தொடர்ச்சியை ஏற்படுத்துகிறது.

8. பாடத்தை, மாணாக்கர்களின், சமூக, சுற்றுப்புற சூழ்நிலையை ஒட்டி தயாரிக்கப்பட்டு கற்பிக்கப் படுவதால் பாட முழுவதும் அவர்களது கவர்ச்சியானது நிலைத்து இருக்கச் செய்ய உதவுகிறது.

பாடத் திட்டமிடுதலில் உள்ள படிகள்

ஹெர்பர்ட் போன்ற கல்வி அறிஞர்கள், கீழ்க்கண்ட படிகளைப் பாடத்தைத் திட்டமிடும் போது, கையாளலாம் எனக் கூறியுள்ளனர்.

எனவே இப்படிகளை ஹெர்பர்ட்டின் படிகள் (Herbartian Steps) என வழங்கப்படும். அவை :

1. தயாரித்தல் அல்லது முன்னுரை (preparation or introduction.)
2. பாடத்தை அறிமுகப் படுத்துதல் (presentation).
3. ஒப்பிடுதல் (Comparison)
4. பொது விதி காணல் (Generalization)
5. பயன்படுத்துதல் (Application)
6. நினைவுக்குக் கொணர்தல் (Recapitulation).

இனி இப்படிகள் ஒவ்வொன்றையும் விளக்கமாகக் காண்போம்.

முன்னுரை அல்லது ஆயத்தம் செய்தல்

கட்டிடம் கட்டுவதற்கு முன்னர் அடிப்படையைச் சோதிப்பது போல் கற்பிப்பதற்குமுன் மாணவனின் முன்னறிவைச் சோதிக்க வேண்டும். இது வரையில் மாணுக்கர்கள் கற்பிக்க இருக்கிற பாடத்திற்கு அடிப்படையாக என்ன தெரிந்துக் கொண்டிருக்கின்றனர் என்பதை ஆசிரியர் அறிந்துக் கொண்டு, புதிய பாடத்தைப் பயிற்ற முனையவேண்டும். மாணுக்கர்களின் முன்னறிவைச் சில சிந்தனையைக் கிளறும் வினுக்களால் சோதித்தறியலாம். முன்னறிவைச் சோதிக்கும் வினுக்கள் புதிய பாடத்திற்குப் பின்னணியாக மட்டும் அமையாது, ஆயத்த நிலையையும், கவர்ச்சியையும் ஏற்படுத்தி, முன்னறிவின் முக்கிய கருத்துக்களை அவர்களது மனக்கண் முன் கொண்டுவரச் செய்கிறது. பாடத்திற்கு ஆயத்தம் செய்யும் போது, ஒவ்வொரு பாடத்திற்கும் புதிய முறையிலும், பல விதமான மாறுபட்ட முறையிலும் (Variety) தொடங்க வேண்டும். எல்லாப் பாடத்தையும் ஒரே மந்தமான குறிப்பிட்ட முறையையே தினமும் கையாளக் கூடாது. தயாரிப்பு நிலையானது ஒரு படத்தையோ, ஒரு மாதிரி உருவத்தையோ வரை படத்தையோ, உயிருள்ள பிராணியையோ அல்லது மாணுக்கனுக்குத் தெரிந்திருக்க வேண்டிய பொதுவான கருத்தையோ, மையமாகக் கொண்டு இருக்க வேண்டும்.

பாட நோக்கத்தைக் கூறல்

பாட நோக்கத்தைத் தெளிவாகவும், திட்டவட்டமாகவும், வரையறுத்தும், ஐயம் திரிபின்றியும் உணர்த்த வேண்டும். பாடத்

தின் ஒவ்வொருபடியும், பாட நோக்கத்துடன் இணைந்து செல்லு மாறு அமைதல் வேண்டும். கற்பிக்கும் பொருள்கள் அனைத்தும் பாடநோக்கத்தை வற்புறுத்த வேண்டும். பாடத்தைத் துவங்கு முன் உள்ள தயாரிப்பு நிலையிலேயே பாடத்தின் நோக்கம் இயற்கை யாகவும், சுய இயல்பான முறையிலும் எழ வேண்டும். வகுப்பில் பொதுவாக மீத்திறன் கொண்டவர்கள், சராசரி மாணுக்கர்கள், மந்தமானவர்கள் என மூவகைப் பிரிவினர் இருப்பார்கள். மீத்திறன் கொண்டவர்கள் தயாரிப்பு நிலையிலேயே ஆசிரியர் சொல்லப்போகிற நோக்கத்தைப் புரிந்து கொள்வார்கள். எனவே மூவகை மாணுக்கர்களையும் ஒரே நிலைக்கு கொண்டுவர ஆசிரியர் பாட நோக்கத்தை அறிவிக்க வேண்டும். இதனுல் அவர்கள் கவனம் முழுவதும் ஒரு குறிப்பிட்ட தலைப்பில் ஈர்க்கப்படுகிறது. இதனைச் சுருக்கமாகவும், தெளிவாகவும், கரும்பலகையில் குறிக்க வேண்டும். சில வேளைகளில் தலைப்பை மாணுக்கர்களிடமிருந்தே வருவிக்கலாம். அல்லது பாட நோக்கத்தைப் பிரச்சினை முறையிலும் அறிவிக்கலாம். எடுத்துக்காட்டாக 'பூமிக்கடியில் உள்ள தண்டு களைப் பற்றிக் கற்பிப்பதாக இருந்தால் மாணுக்கர்களிடம் இன்று நாம் பூமிக்கடியில் உள்ள தண்டாகிய இஞ்சியைப் பற்றித் தெரிந்து கொள்வோம் என்பதைவிட "இன்று இஞ்சி செடியும் அதன் பாகங் களையும் ஆராய்வோம்" என்று கூறுவது சிறந்ததாகும். இப்படி யானது மிகவும், சுருக்கமாகவும், ஐந்து நிமிடங்களுக்கு மிகாமலும் இருக்க வேண்டும்.

பாடத்தை அறிமுகப் படுத்துதல் அல்லது பாட வளர்ச்சி

இப் படியின் வாயிலாக ஆசிரியர் புதிய தகவல்களைக் கூறி முன்னறிவோடும், முன் அனுபவத்தோடும் இணைக்க முயற்சி செய் கிருர். முன்னறிவின் அடிப்படையில் புதிய அறிவுகள் சேர்க்கப் படுகின்றன. சில வேளைகளில் உயிர் உள்ள பிராணிகள், தாவரங்கள், மற்றும் படம், வரைப்படம், மாதிரிப் பொருள்கள் முதலியவற்றைக் காண்பித்து சிறுசிறு விளுக்களை விளுவுகிருர். ஆசிரியர் மாணுக்கர்கள் இருவருமே கற்பித்தல், கற்றல் செயலில், சுறு சுறுப்பான முறையில் பங்கேற்கிருர்கள். ஆசிரியர் இயன்ற வரை மாணுக்கர்களிடமிருந்தே கருத்துக்களை வரவழைக்க முயற்சி செய்யவேண்டும். கற்பித்தல் முழுவதிலுமே இயன்ற அளவு தானே கண்டறியும் மனப்பான்மையை உண்டாக்கும் வகையில் பாடம் இருக்க வேண்டும். இப் படியில் மாணுக்கரிடம் விளுவுதல் என்பது ஒரு முக்கிய உத்தியாக இருக்க வேண்டும். மாணுக்கர் களுக்கு இவ்வாறு பேச வாய்ப்பு ஏற்படுத்தி அவர்களையும் கற்றல்

முயற்சியில் முக்கிய பங்கு பெறுபவர்களாக உண்டாக்க வேண்டும். ஆசிரியர் ஒரு வழிகாட்டி உணர்வோடு இருக்க வேண்டும். பெரும் பாலான கருத்துக்கள், மாணுக்கர்கள் மூலமாகவே வரவழைக்கப் படுவதால் ஆசிரியர் தனது நேரத்தை எளிதாகக் கொள்ள வேண்டும் என பொருளல்ல. கற்பிக்கும் கல்வி, ஆசிரியரை மையமாகக் கொண்ட கல்வியாக இராமல் மாணுக்கர்களை மைய மாகக் கொண்ட கல்வியாக இருக்க வேண்டும்.

பாடத்தைப் பல உட்பிரிவுகளாகப் பிரித்து, புதிய கருத்துக்களை அறிமுகப்படுத்த வேண்டும். ஒவ்வொரு நிலையிலும் தற்செயலாக விஞக்கள் எழுப்பப்படல் வேண்டும். ஒவ்வொரு உட்பகுதி முடிந்த உடனும் அப்பகுதியில் கூறப்பட்ட கருத்துக்களை நினைவு கூறும் வகையில் சில விஞக்கள் கேட்கப்படல் வேண்டும். இது மாணுக்கர் களது கவனத்தை நிலை நிறுத்தவும், கற்பித்தவற்றை மாணுக்கர்கள் புரிந்து கொண்டுள்ளார்களா ? என்பதையும் அறிய உதவும். கடினமான வார்த்தை, அறிவியல் கலைச்சொற்களை அறிமுகம் செய்யும்போது, அவற்றைக் கரும்பலகையில் எழுதிப் பயிற்சி அளிக்க வேண்டும். பாடப்பொருள் மனதில் பதியவும், தெளிவு ஏற்படவும், இயன்ற அளவுக்குப் பல புலன்களுக்குப் பயிற்சி அளிக்க வேண்டும் பாடம் கற்பிக்கையில் வாழ்க்கையோடோ, பள்ளிப் பாடத் திட்டத்தி லுள்ள ஏனைய பாடங்களோடோ அல்லது அந்த பாடத் திலுள்ளேயோ, எளியதாகவும், இயற்கையாகவும், இணைத்து கற்பிக்க வேண்டும். போதனைக் கருவிகளைச் சரியான முறையில் தேர்ந்தெடுத்து, பயன்படுத்திய பின்னர் உரிய காலத்தில் அவைகளை எடுத்துவிடல் வேண்டும். மாணுக்கர்களிடையே பார்வைக்காக கொடுக்க வேண்டிய நேரங்களில் (பூக்கள், மண்புழு, கிழங்குகள், தண்டுகள் போன்றவை) முன்கூட்டியே எவ்வாறு பார்ப்பது, கையாள்வது போன்றவைகளை முன்மாதிரியாகச் செய்து காட்ட வேண்டும்.

ஒவ்வொரு பாட உட்பகுதியும் (unit) ஒரு முக்கிய கருத்தை (Main idea) மையமாகக் கொண்டிருக்கும். எனவே அது பற்றி விளக்கமாக எழுதி தயாரிக்க வேண்டும். பின்னர் அந்த உட் பிரிவுக்குள்ளே கேட்க வேண்டிய சிறு விஞக்கள் (Local recapitulation questions) குறிக்கப்படல் வேண்டும். ஒவ்வொரு பாடத் தலைப்பையும் உளவியல் முறைப்படி அணுகுவது மிகவும் முக்கிய மாகும். பாடமுழுவதும் ஆயத்த நிலையும் கவனமும் ஏற்படுத்தி அவை சிதருமல் பாதுகாக்க வேண்டும். விஞக்கள் பாட முழுவதும் விரவிவருதல் வேண்டும். ஆசிரியர் முதலில்தான் பாடத்தில் மிக ஆர்வமும், ஆவலும், புத்துணர்ச்சியும் உயிர்ப்பு உள்ளவராகவும்

இருக்க வேண்டும். பாட போதனையின் போது வகுப்பானது மிகவும் அமைதியாக இருப்பதைவிட கலகலப் பாக இருப்பது நன்று. ஆனால் இதனால் வகுப்பின் ஒழுங்குநிலை கெடாமல் பாதுகாக்க வேண்டியது அவசியமாகும். சில சமயங்களில், பாடத்திற்கான தயாரிப்புப்படியின் இறுதியில் மாணாக்கர்களின் மூலமாகவே பாடத்தின் நோக்கத்தை வரவழைக்கலாம். கரும்பலகைச் சுருக்கவும் இதனோடு தொடங்கப் படல் வேண்டும்.

ஒப்பிடுதல்

சில பாடங்களுக்கு இது தேவையிராது. வேறுசில பாடங் களுக்கு இப் படியானது மிக முக்கியம். சிலவற்றிற்கு இது இயலாது. குறைந்தது இரண்டு பொருளைப் பற்றிப் போதித்தால் தான் ஒப்பிட்டுக் கூறமுடியும். எடுத்துக் காட்டாக அவரை விதையையும் ஆமணக்கு விதையையும் ஒப்பிடுதல், தமணிக்கும் சிரைக்கும் உள்ள வேறுபாடு, கலவைப் பொருள்கள், கூட்டுப்பொருள்கள் போன்றவையாகும். கருத்துக்களைத் தொடர்புபடுத்தி நினைவுகூற (Correlation of thought) ஒப்பு நோக்குதல் மிகுந்த பயன் விளை விக்கும். இது பொது விதிகளைக் காணவும், (Generalization) பொருள் வரையறைக் கூறவும் (definition) உதவுகிறது.

பொது விதி காணல்

இது அறிவியல் முறையில் சிந்திக்க உதவுகிறது. மாணவன் ஒரு பூவோடு வேறு பூவையோ, அல்லது ஒரு பழத்தோடு வேறு ஒரு பழத்தையோ, ஆந்தையோடு, கழுகையோ காணும்போது அவற்றின் ஒற்றுமை வேற்றுமைகளை ஒப்பிட்டு அறிகிறான். அதன் விளைவாக அவைகளைப் பற்றிய சில சாதாரண பொது விதி தன்னிடம் ஏற்படுத்திக் கொள்கிறான். குறிப்பிட்ட ஒன்றிலிருந்து பொதுவான ஒன்றிக்குச் செல்லுகிறான். இதனால் வகுப்பு வாரியாக பிரிக்கவும், பொது விதி கூறவும் கற்றுக்கொள்கிறான். எனவே இப் படியில் பாடத்தின் நோக்கமானது அடையப்படுகிறது. கற்ற முழு அறிவையும் விதிகளாகவும், பொதுமைப் படுத்தும்போது மீண்டும் ஆய்ந்து பார்க்கும் சிந்தனை (Reflective thinking) ஏற்படுகிறது. இவ்வாறாக பயன்படுத்துவதற்கேற்ப புதிய அறிவை மாணாக்கர்கள் பெறுகிறார்கள்.

பயன்படுத்துதல்

அறிவியல் பாடத்தில் கற்ற பொது விதிகளையும், கருத்துக்களையும் நடைமுறை வாழ்க்கைச் சூழலில் பயன் படுத்தாவிடில் அறிவியல் பாடமானது முழுமை பெறாது. மாணாக்கர்களும் கற்ற அறிவினை

புதிய சூழ்நிலையில் பயன்படுத்தி சரிபார்க்கப் படுவதையே விரும்புவார்கள. இதனால் அறிவானது தெளிவடைவதோடு மனதில் நிலைத்தும் பொருள் உள்ளதாகவும் ஆகிறது.

நினைவுக்குக் கொண்டு வருதல்

பாடத்தை மாணுக்கர்கள் எந்த அளவிற்குப் புரிந்து கொண்டுள்ளனர் என்பதை அறிய இப் படியானது உதவுகிறது. எனவே அவர்களது அறிவைச் சோதிக்க தகுதிவாய்ந்த வினுக்கள் அதிகம் கேட்கப் படல் வேண்டும். பாடம் கற்பிக்கும்போது, குறிப்பிட்ட கருத்து சம்பந்தமாக கேட்ட அதே வினுக்களைத் தான் கேட்க வேண்டும் என்று தேவையில்லை. கேட்கும் முறையிலும் மாற்றம் இருக்கலாம். வினு பாடம் முழுவதும் பரவியதாகவும், சிந்தனையைத் தூண்டுவதாகவும், மாணுக்கர்களைக் கற்கும் தொழிலில் ஒதுங்கி இராமல் முக்கிய பங்கு பெறுபவர்களாகவும், இருக்கும்படி கவனித்துக் கொள்ளவேண்டும். இப் படியால் மாணுக்கர்கள் அடிப்படைக் கருத்தினைப் புரிந்து கொண்டார்களா ? எனத் தெரிந்து கொள்ளலாம். இப் படியானது மாணுக்கர்களிடத்தில் கருத்து மனதில் பதிவதையும், வெளியிடுவதையும் உறுதிப் படுத்துகிறது. பாடத்தை அறிமுகப்படுத்தும் போது கூறிய புதிய கருத்துக்களை ஒழுங்கு படுத்தவும், மாணுக்கர்கள் கருத்தைச் சரியாக புரிந்து கொண்டார்களா ? இல்லையா ? அல்லது தவருகப் புரிந்து கொண்டார்களா ? என ஆசிரியர் அறிய உதவுகிறது. மாணுக்கர்கள் மூலமாகப் பெறப்பட்ட கருத்துக்களைச் சீர்படுத்தி ஆசிரியர் பாட சுருக்கமாகக் கரும் பலகையில் எழுதவேண்டும். எனவே இது மாணுக்கர்களின் சொந்த பாடச் சுருக்கமாக அமைகிறது. இதனை மாணுக்கர்கள் தங்களது உயிரியல் பாட ஏட்டில் குறித்துக் கொள்ளச் செய்ய வேண்டும். ஆசிரியர், மாணுக்கர்களின் பங்கும், ஒத்துழைப்பும் உள்ளன. மாணுக்கர்கள் ஏட்டில் கரும்பலகைச் சுருக்கத்தை எழுதும்போது ஆசிரியர் அவர்களுடைய இடத்திற்குச் சென்று மேற்பார்வையிட்டு, தேவையான இடங்களில் திருத்தங்களும் செய்ய வேண்டும்.

ஹெர்பர்ட்டின் படிகள் அனைத்தையும் எல்லாவகையான பாடங்களை கற்பித்தலுக்கும் பயன் படுத்த முடியாது என்பதை அறிய வேண்டும். அது பாடத் தலைப்பின் தன்மையையும், பயன்படுத்தும் முறையையும் பொறுத்துள்ளது. சில பாடங்களில் ஹெர்பர்ட்டின் படிகளில், மற்றவைகளைவிட ஒன்றை மட்டும் அதிக முக்கியத்துவம் கொடுத்தோ அல்லது சிலவற்றில் சிலபடிகளை முழுவதையுமே நீக்க வேண்டியும் இருக்கலாம்.

மாதிரி–பாடம் திட்டமிடுதல் அல்லது பாடக்குறிப்பு தயாரித்தல்

பாடம் : தாவரவியல்

தலைப்பு : நீராவிப் போக்கு (Transpiration)

வகுப்பு : பதினோராம் வகுப்பு.

நோக்கம் :

மாணுக்கர்களை (1) உற்றுநோக்கலிலிருந்து, முடிவுகளை வர வழைத்தல் :

2. நீராவிப் போக்கு நடைபெறும் செயலை விளக்குதல்.

3. நீராவிப் போக்கின் விகிதத்தைக் கண்டறியும் முறையை விளக்குதல்.

4. பரிசோதனைகளை அமைத்தல்.

5. நீராவிப் போக்கின் அவசியத்தை உணரச் செய்தல்.

தேவையான போதனைக் கருவிகள்

காசித் தும்பைச் செடி, கண்ணுடித் தட்டு, மணிஜாடி, கண்ணுடி கூம்பு குடுவை, காணுங்கின் போட்டோ மீட்டர், புதியதாக நறுக்கப் பட்ட செம்பருத்திச் செடியின் இலைகளோடு கூடிய கிளை, வேரிலிருந்து தண்டிற்கு நீர் செல்லும் பாதையைக் குறிக்கும் விளக் கப் படம், இலையின் அமைப்பு மற்றும் இலைத்துளைகளைக் குறிக்கும் விளக்கப்படம் முதலியன.

முன்னறிவு

மாணுக்கர்கள் கீழ் வகுப்பில், இலையின் அமைப்பு, வேலை மற்றும் நீர் வேரிலிருந்து தண்டிற்கும், இலைக்கும் செல்லும் பாதையை அறிந்திருக்கிருர்கள் என்கின்ற அடிப்படையில் பாடம் தொடர்ந்து நடத்தப்படுகிறது.

முன்னுரை

தண்ணீர் வேரிலிருந்து தண்டிற்குச் செல்லும் பாதையைப் படத்தில் உள்ளதைக் காட்டி ஆயுத்தம் செய்ய கீழ்க்கண்ட விணுக் கள் கேட்கப்படலாம்.

(அ) தண்ணீர் எவ்வாறு வேரிலிருந்து, தண்டிற்கும், இலைக்கும் செலுத்தப்படுகிறது ?

(ஆ) சுமார் 80 அடி உயரத்திற்கு தாவரங்களில் எவ்வாறு நீர் உயர்த்தப்படுகிறது?

(இ) நீர் இலையை அடைந்தவுடன் நிகழ்வதுயாது ?
(ஒளிச்சேர்க்கைக்கு பயன் படுகிறது)

(ஈ) வேரிலிருந்து இலைக்குச் செல்லுகிற நீர் முழுவதும் தாவரத்தால் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறதா ?

(உ) நீர் எவ்வாறு இலைகளின்வழியாக ஆவியாகிறது ?

ஆசிரியரின் விளக்கம்

நீரானது தாவரத்திற்கு மிக அவசியமான ஒன்றுக இருந்த போதிலும் பெரும்பகுதியானது தாவரத்தின் இலை பகுதியின் மூலமாக நீராவியாக வெளியேறுகிறது. அது எவ்வாறு நடைபெறுகிறது. என்பதைப் பரிசோதனையின் மூலமாகக் காணலாம்.

பாடத்தை அறிமுகப் படுத்துதல்

(பாடப்பொருள் கருத்துக்கள்)

1. நீராவிப் போக்கு என்ருல் என்ன என்று கூறுவது ?

முறை

பரிசோதனை :

1. ஒரு சிறிய கூம்பு கண்ணுடிக் குடுவையில் ஒரிரு இலைகளைப் பறித்துப்போட்டு அதன் வாயைப் பஞ்சைக் கொண்டு மூடி வெளிச்சமும், வெப்பமும் உள்ள இடத்தில் வை.

2. ஒரு காசித் தும்பைச் செடியை கண்ணுடித் தகட்டில் வைத்து உட்புறம் வறண்டுள்ள ஒரு மணி ஜாடியால் மூடி, சூரிய ஒளியில் வை.

பரிசோதனையைக் காட்டி கீழ்க்கண்ட வினுக்களைக் கேட்கலாம்.

1. இப்பரிசோதனையில் நீ என்ன காண்கிருய் ?
2. இந்நீர் திவலைகள் எங்கிருந்து வந்தன ?
3. இச்செயலை அறிவியலில் என்னவென்று குறிப்பிடுகிரும் ?
4. நீராவிப் போக்கு என்ருல் என்ன ? விளக்குக.

2. நீராவிப் போக்கின் வகைகள்

1. இலைத்துளை நீராவிப் போக்கு.
2. புறத்தோல் நீராவிப் போக்கு.

மாதிரிப் படத்தைக் கொண்டு இலையின் அமைப்பைக் காட்டி ஆசிரியர் விளக்கம் கூறி இருவகையான நீராவிப் போக்கை மாணுக்கர்களிடமிருந்து சில வினுக்களின் மூலமாக வரவழைத்தல்.

3. நீராவிப் போக்கு உண்டாகும் விதம்

இலையின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தைக் காட்டி கீழ்க்கண்ட வினுக்களை கேட்டல்.

1. வேரிலிருந்து இலையின் எந்தபாகம் நீரைப் பெறுகிறது?
சிறிய உட்குழாய்கள் (Xylem)

2. இலை நடுச்சோற்றணு செல்லிற்கு (Mesophyll cells) சிறிய உட்குழாயிலிருந்து எந்த சூழ்நிலையில் நீர் செல்லுகிறது? (சவ்வூடு பரவுதல் — Osmosis)

3. இலைத் துளைகளின் வழியாக நீரானது வெளியேறினுல் பஞ்சு சோற்றணு செல்களில் (Spongy paren chyma) என்ன உண்டாகும்? (செல் ரசத்தின் அடர்த்தி அதிகரிக்கும்)

4. நீராவிப் போக்கின்போது இலைத்துளைகளின் வேலை என்ன? (நீராவிப்:போக்கின் அளவைக் கட்டுப் படுத்துவது)

ஆசிரியர் நீராவிப் போக்கு உண்டாகும் விதத்தை மாணுக்கர் களுக்கு விவரித்துக் கூறுதல்.

4. நீராவிப் போக்கை அளத்தல்

பரிசோதனை

காணுங்கின் போட்டோ மீட்டரில் புதியதாக நறுக்கிக் கொண்டு வரப்பட்ட செம்பருத்திச் செடியின் நுனிக்கிளையை மாணுக்கர்களின் உதவியுடன் பொருத்தி, பரிசோதனையைச் செய்ய வேண்டும்.

காற்றுக் குமிழியை உட்செலுத்தும் முறையை மாணுக்கர்களுக்கு கற்றுக் கொடுக்க வேண்டும்.

கீழ்க்கண்ட வினுக்களைக் கேட்க வேண்டும்.

1. இப்பரிசோதனையில் நீ என்ன காணுகிருய் ?

2. இப்போட்டோ மீட்டரைக் கொண்டு எவ்வாறு நீராவி விகிதத்தைக் கணக்கிடுவாய் ?

ஆசிரியரின் விளக்கம்

நீராவிப் போக்கானது வெவ்வேறு தாவரங்களில் பலவகைப் பட்ட சூழ்நிலைக்கு ஏற்ப மாறுபடுகிறது. ஒரு தக்காளி செடியில் அது வளரும் 100 நாள் காலத்தில் சுமார் 136 லிட்டர் நீரை ஆவியாக்குகிறது என்றும், அதே காலத்தில் ஒரு சோளச் செடியில் 231 லிட்டர் நீர் ஆவியாகிறது என்றும் கூறலாம்.

கரும்பலகை வேலை

மணி ஜாடி, கண்ணாடிக் குடுவை இவைகளின் உள் நீராவித் துளிகள் இருந்த பரிசோதனையைப் படம் வரைதல்.

1. நீராவிப்போக்கு என்றால் என்ன ?

தாவரத்தின் தரைமேல் காணப்படும் பாகத்தின் வழியாக நீர் ஆவியாதலே, நீராவிப் போக்கு எனப்படும்.

2. நீராவிப் போக்கின் வகைகள் :

இலை நடுச்சோற்றணுவில் சிறிய உட்குழாய் அல்லது சைலம் வழியாக பக்கத்திலுள்ள செல்களில் நீர் கசிகிறது. இன்னும் செல்களுக்கு இடையேயுள்ள இடைவெளிகளிலும் நீர் ஆவியாக மாறி இலைத்துளைகள் வழியாக வெளியேறுகிறது. இது இலைத்துளை நீராவிப் போக்காகும்.

இலையின் மேல் தோலிலுள்ள வெளிச்சுவர் செல்களிலிருந்து நேரடியாக நீராவி வெளியேறுவதுண்டு. இதற்கு புறமேல்தோல் நீராவிப் போக்கு எனப்படும்.

3. நீராவிப் போக்கு ஏற்படும் விதம் :

இலைத்துளை (Stomata) வழியாக இழக்கப்படும் நீரானது அருகில் உள்ள இலைநடுச் சோற்றணு செல்களில், செல் ரசத்தின் அடர்த்தி மிகுந்து, அவை உள்ளே இருக்கும் செல்களிலிருந்து நீரை உறிஞ்சுகின்றன. இச்செல்கள் இலையிலுள்ள உட்குழாய் செல்களிலிருந்து நீரைப் பெறுகின்றன. இச் செயல்கள் அனைத்தும் சவ்வூடு பரவுதல் முறையில் நடைபெறுகிறது.

(விளக்கப் படத்தை பயன்படுத்திக் கூறவேண்டும்)

4. நீராவிப் போக்கை அளத்தல்.

காணுங்கின் போட்டோ மீட்டர் படம் வரைதல். நீராவிப் போக்கு விகிதத்தைக் கணக்கிடுதல்.

$$\text{நீராவிப் போக்கு விகிதம்} = \frac{\text{காற்றுக்குமிழி சென்றதூரம் க. செ. மீ}}{\text{எடுத்துக் கொண்ட நேரம்.}}$$

அறிவைப் பயன்படுத்துதல்

1. நீராவிப் போக்கினுல் தாவரத்திற்கு என்ன பயன்?

மண்ணிலிருந்து வேர் வழியாக நீரை உறிஞ்சவும், மண்ணிலிருந்து தாது உப்புகளைத் தாவரத்தின் மற்ற பாகங்களுக்கு அனுப்பவும், தாவரத்தின் வெப்பத்தைக் குறைக்கவும் உதவுகிறது.

நினைவுக்குக் கொண்டு வருதல்

1. சவ்வூடு பரவுதல் என்ருல் என்ன?
2. நீராவிப் போக்கை எவ்வாறு விளக்குவாய்?
3. நீராவிப் போக்கின் வகைகள் யாவை?
4. நீராவிப் போக்கின் விகிதத்தை எவ்வாறு அளக்கலாம்?
5. நீராவிப் போக்கினுல் தாவரத்திற்கு என்ன பயன்?

வீட்டு வேலை

இலைகளின் எண்ணிக்கைக்கும், நீராவிப் போக்கின் விகிதத்திற்கும் உள்ள தொடர்பை விளக்கும் பரிசோதனை ஒன்றை செய்துபார்.

(ஆ) அலகுத் திட்டம் அல்லது பாடப் பகுதியைத் தயாரித்தல்

(Preparation of Unit plan)

அலகு அல்லது பாடப்பகுதி என்பது, தொடர்புடையப் பாடப் பொருள்களின் பெரும் தொகுதி மட்டுமின்றி, கற்பிக்கும் முறையையும் கொண்டதாகும். முன்பு கற்பிக்கும் பகுதியைப் பாடப் பகுதிமுறை அல்லது அலகு முறை (Unit method) என்றே ஏனைய முறைகளிலிருந்தும் வேறுபடுத்திக் கூறப்பட்டது. ஆனால் கற்பிக்கும் பகுதி அல்லது அலகைக் (Teaching unit) கொண்ட பாடப் பகுதி திட்டமானது ஏனைய கற்பிக்கும் முறைகளைப் பயன் படுத்தலையும் கொண்ட ஒன்றாகும்.

பாடத்திட்டம் (syllabus) முழுவதும் பல தொடர்புடைய பாடத் தலைப்புகளைக் கொண்ட சிறு பகுதிகளாக கற்பிப்பதற்கு எளிதாகவும், ஏற்றவகையில் பிரிக்கப் படுகிறது. இது மாணாக்கர் களுக்கும் எளிதாகிறது. சிறு பகுதியாக இருப்பதால் நன்கு அறிந் துக் கொள்வதற்கும், கற்பதால் சிறு சிறு இடைவெளிகளில் பெறும் வெற்றியானது மற்ற பகுதிகளைக் கற்க ஆயத்தப்படுத்தவும் செய் கிறது. பாடப் பகுதியானது மாணாக்கர்கள் விரிவாக அறிந்துக் கொள்ளவும், கவர்ச்சியை உண்டாக்கவும் உபயோகப் படுகிறது. மாணாக்கர்களும் ஒரு பாடப்பகுதியின் வளர்ச்சிக்குக் கையாளப் படும் முறைகளைப் புரிந்து கொள்ளுகிறார்கள். பாடப்பகுதியின் முன்னுரைப் படியிலேயே மாணாக்கர்கள் நோக்கத்தைப் புரிந்து கொண்டு பணிக்குத் தயாராகின்றனர். பாட அறிமுகப்படுத்தும் படியின்போது பல புதிய அனுபவங்களைப் பெறுவதுடன், புதிய கருத்துக்களையும் வழங்குகின்றனர். இறுதிப்படியில், கற்றதை முறைப்படுத்தவும், மீள் பார்வையும் செய்கிறார்கள்.

பாடப்பகுதி என்பது தொடர்பற்ற பாடத் தலைப்புகளின் சேர்க்கையன்று என்பதையும் அவைத் தொடர்புள்ள பாடங்களின் இணைந்த ஒன்று என்பதை அறிதல் அவசியமாகும். ஒரு கற்பிக்கும் பகுதியை முடிக்க பல பாடங்கள் (lessons) தேவைப் படலாம். ஒவ்வொரு பாடமும், முழுப் பாடப் பகுதியின் ஒரு பிரிவாகும்.

அதோடு அந்த பாடப்பகுதியில் உள்ள அடுத்த பாடத்தின் வளர்ச்சிக்கு அது துணை செய்வதாகவும் இருக்கும் .ஒரு பாடமானது பல நோக்கங்களைக் கொண்டிருக்கும். அதாவது புதிய அனுபவத்திற்கு தயார் செய்வது, புதிய கற்றல் அனுபவத்தைத் தருவது, கற்றதை மாணுக்கர்கள் உணர்ந்து கொள்ள உதவுவது போன்றதாகும். பாடப் பகுதிக்கு திட்டமிடும்போது, பாடப்பொருள், மாணுக்கர்களின் தேவைகள், கற்பிக்கப்படஇருக்கிற சூழ்நிலை போன்றவைகளைக் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும்.

சிறந்த பாடப் பகுதிக்கான நல்ல அம்சங்கள்

பாடப் பகுதிக்கு திட்டமிடும்போது கீழ்க்கண்ட கருத்துக்களை கவனத்தில் கொள்ள ,வேண்டும்.

1. மாணுக்கர்களின் கவர்ச்சி, தேவை, திறமைகளைக் கவனிக்க வேண்டும்.

2. வெளிப்பயணம், பரிசோதனைகள் செய்து காண்பித்தல், செயல் திட்ட பணிகள் போன்றவைகளுக்கு அவை வாய்ப்பளிக்க வேண்டும்.

3. மாணுக்கர்களின் முன் அனுபவம், பின்னணிகளைக் கவனிக்க வேண்டும்.

4. மாணுக்கர்கள் இதுவரை பெருத புதிய அனுபவத்தைக் கொடுப்பதாக இருக்க வேண்டும்.

5. மாணுக்கர்களின் எதிர் காலத் தேவைகளைப் பூர்த்தி செய்வதாகவும், தேவைகளை எதிர்பார்த்தும் அமைக்கப்படல் வேண்டும்.

6. மாணுக்கர்களின் சமூக, பௌதிக சூழ்நிலைகளுடன் தொடர்புள்ளதாக இருக்க வேண்டும்.

7. சராசரி மாணுக்கர்களும் புரிந்துக் கொண்டுபாடப் பகுதிக்கு மேலும் சென்று அறியுமாறு நெகிழ்ந்து கொடுப்பதாக இருக்க வேண்டும்.

8. மாணுக்கர்களின் கவர்ச்சியானது பாடப் பகுதியின் இறுதி வரை இருக்குமாறு அதன் அளவானது இருக்க வேண்டும்.

9. பாடப் பகுதியின் பொருளானது நன்கு அறிமுகமும், பழக்க மானதும், தொடர்புடைய தலைப்புகளையும் கொண்டிருக்க

வேண்டும். மிகவும் வேறுபட்டதாகவும், முன் பின் தொடர்பற்றதாகவும் இருக்கக் கூடாது.

10. இயன்றவரை ஆசிரியர் மாணக்கர்களின் கூட்டு முறையில் திட்டமிட்டதின் முடிவாக இருக்க வேண்டும்.

கற்பித்தலுக்கான பகுதியின் வளர்ச்சியில் உள்ள படிகள்

இது ஹெர்பர்ட்டின் படிகளைப் போலவே, கற்பித்தல் பகுதி வளர்ச்சியிலும் கையாளப்படுகிறது. அவை :

1. தயாரித்தல் அல்லது ஆயத்தம செய்தல்

மாணுக்கர்கள் நோக்கத்தை நன்கு அறிந்து அதனை அடைவதற்கு ஆயத்தம் செய்யப் படுகிறுர்கள். ஆயத்தம் செய்வதானது ஆசிரியரால் வற்புறுத்தி திணிக்கப்படாமல் இயற்கையாகவும், தாளுகவே ஏற்படுவதாகவும் இருக்க வேண்டும். மாணுக்கர்கள் பாடப்பகுதி முழுவதையும் அறிந்து பாடப்பொருளின் நோக்கத்தை அறிய வேண்டும். ஆயத்த நிலையானது பாட ஆரம்பத்தில் மட்டுமன்றி, பாடம் முழுவதும் இருக்க வேண்டும்.

2. மாணுக்கர்களின் முன் அனுபவத்தை அறிதல்

மாணுக்கர்களின் முன்னறிவு நிலையை அறிந்து அதிலிருந்து கற்பிக்கத் தொடங்குவது தான் சிறந்ததாகும். இவ்வாறு மாணுக்கர்களின் பின்னணியை அறிவது மிகவும் அவசியமான ஒன்ருகும். இல்லையெனில் அவர்களுக்குத் தெரிந்ததையே மீண்டும் கற்பித்தலாகிய இரட்டிப்பு வேலையும் அல்லது அவர்களது புரிந்துக் கொள்ளும் தன்மைக்கு அப்பாற்பட்ட பொருளைக் கூறும்படியான அபாய நிலையும் ஏற்படும். மாணுக்கர்களின் முன்னறிவை விளுக்கள் கேட்டோ, விளுப்பட்டியல் தயாரித்து பூர்த்திச் செய்யும் படிக் கூறியோ அறியலாம்.

3. அறிமுகப் படுத்துதல் (Presentation)

இப் படியில் சில புதிய கற்றல் அனுபவங்கள் மாணுக்கர்களுக்கு வழங்கப் படுகின்றன. இவ்வனுபவங்கள் நேரடியாகவோ, பதிலியாகவோ கொடுக்கப் படுகின்றன. இயன்றவரை நேரடியாகப் பெற வாய்ப்புகள் வழங்க முயற்சி எடுக்கப் படுகின்றன. மாணுக்கர்களால் எளிதாகப் புரிந்துக் கொள்ளும் வகையில் அனுபவங்களை வழங்குவதில் கவனம் செலுத்த வேண்டும்.

4. கற்றதை ஒழுங்கு படுத்துதல் (Organisation of learning)

மாணுக்கர்கள் இதுவரை கற்றவற்றை ஒன்று சேர்த்து, ஒழுங்கு படுத்த வாய்ப்புக்கள் அளிக்க வேண்டும். இதனுல் புதிய கற்றல் அனுபவங்களுக்கிடையேத் தொடர்பு ஏற்படுத்தவும், உணர்ந்து கொள்ளவும் முடியும். இதனை எழுத்து மூலமாகவோ வாய் மொழியாகவோ செய்யலாம்.

5. சுருக்கிக் கூறல் (Summarization)

கற்றவை அனைத்தையும் ஒன்று திரட்ட, பாடப்பகுதியின் இறுதியில் பொதுவாக இது தேவைப் படுவதாகும். இதனைப் பாடப் பகுதியின் வளர்ச்சியின் போது இடையிலேயும் செய்யப் படலாம். கற்றதை ஒழுங்கு படுத்துவதும், சுருக்கம் வரைவதும் இணைந்தே செல்ல வேண்டும்.

6. மீள்பார்வையும், பயிற்சி அளித்தலும் (Review and drill)

கற்பித்தல் பகுதியின் பாட வளர்ச்சியின் போது சில பகுதி யானது கற்பிக்கப் படாமல் மறந்து போகவும், சில பகுதி முழுவது மாக நன்கு விளக்கப் படாமலும் போக வாய்ப்புகள் உண்டு. இதற்கு மறு சீராய்வு அல்லது மீண்டும் கற்பித்தல், அறிமுகப் படியில் கற்பித்த புதிய கருத்துக்களை மீள்பார்வை செய்வது தேவைப்படுகிறது. சில கற்பித்தல் அனுபவங்களுக்கு மீண்டும் செய்தல் (repeatition) அல்லது தொடர்ந்து பயிற்சி அளித்தல் தேவைப்படுகிறது. பாடம் கற்பித்தலின் போது மீள்பார்வையும் பயிற்சியும் அடிக்கடி பல இடங்களில் தேவைப்படும்.

7. மதிப்பிடுதல் (Evaluation)

மாணுக்கர்கள் எதனை அடைந்தனர், எவற்றை அடையவில்லை என்பதை அறிய இவை தேவைப்படுகிறது. மதிப்பிடுதல் பொது வாக சுய மதிப்பீடாக இருக்க வேண்டும். குறுகிய இடைவெளி யில் ஒருவாரம் அல்லது இரண்டு வாரத்திற்கு ஒருமுறை இது வாய் மொழியாகவோ அல்லது எழுத்துத் தேர்வாகவோ இருக்கலாம். சோதனையானது செயலை ஒட்டிய தாகவோ, நேர்முக சோதனை யாகவோ, தானே சரிபார்த்துக் கொள்ளும் சோதனையாகவோ இருக்கலாம். பாடப் பகுதியின் இறுதித் தேர்வானது மாணுக்கர் களுக்குத் தரம் வழங்கவும், கற்பித்தலின் திறனை மதிப்பீடு செய்ய வும் நடத்தப் படுகிறது.

அலகுத்திட்டம் அல்லது பாடப் பகுதி தயாரித்தலைக் கீழ்க்கண்ட இரு படிவங்கள் முறையில் பூர்த்தி செய்து திட்டமிடலாம்.

(அ) படிவம்

பாடம்... .... வகுப்பு........................

பாடப் பகுதியின் பெயர்.......................

பாடப் பகுதியின் முக்கிய நோக்கங்கள்..............................

தொடர் எண்	பொது கருத்துகள் (தலைப்பு)	தேவையான பாடங்களின் எண்ணிக்கை	தேவையான காலம் (பாட வேளை)	பாடப் பொருளின் நோக்கம்	கையாள வேண்டிய முறை (கற்பிக்கும் முறையைக் குறி)	போதனை உபகரணங்கள்.
1.						
2.						
3.						

படிவம் (அ) வைப் பூர்த்தி செய்த பின்னர், படிவம் 'ஆ' வில் விரிவான பாடப் பகுதியைத் தயாரிக்க வேண்டும்.

(ஆ) படிவம்

பொது பாடக்கருத்து (படிவம் 'அ' விலிருந்து)........................

பாட எண் ....

எண்	துணைப்பாடக் கருத்துக்கள்	நோக்கங்கள்	முறை (ஆசிரியர், மாணுக்கர் செயல்கள்).	மாணுக்கர்களுக்கான ஒப்படை பணிகள்	மதிப்பிடுதல்.
1.					
2.					
3.					
4.					

படிவம் (அ)

மாதிரி—பாடப் பகுதித் திட்டமிடுதல்.

பாடம் : உயிரியல்

வகுப்பு : ஒன்பதாம் வகுப்பு

பாடப் பகுதி : தாவரங்களின் இனப் பெருக்கம்.

பாடப் பகுதியின் முக்கிய நோக்கம்

1. தாவரங்களில் விதைகள் மூலம் இனப் பெருக்கம் செய்தலையும், விதையிலா அல்லது கலவிலா இனப் பெருக்கத்தை (Vegetative mode of reproduction) மாணாக்கர்கள் அறியவும், போற்றவும் செய்தல்.

2. உற்று நோக்குதல், தாவரங்களின் கலவிலா இனப்பெருக்க முறையாகிய போத்து நடுதல்(Cuttings) பதியம் போடுதல் (Layering) ஒட்டுதல் (grafting) போன்ற செயற்கை முறைகளைப் பரிசோதனை செய்தல், மாதிரிப் பொருள்கள் செய்தல் போன்ற திறன்களை வளர்த்தல்.

3. இயற்கையினிடத்தே கவர்ச்சியை ஏற்படுத்துதல்

4. கண்டுபிடிக்கும் முறையில் செயல் செய்தலை வளர்த்தல்.

பாடப் பொது கருத்து (Concepts) (1)	பாடங்களின் எண்ணிக்கை (2)	தேவையான கால அளவு. (3)	பாடப் பொருளின் நோக்கம் (Scope of the content) (4)	போதனு உபகரணங்கள் (5)
1. கலவிப் பெருக்கத்தின் முதல் படி மகரந்த சேர்க்கையாகும்.	ஒன்று.	40-45 நிமிடம் (ஒரு பாட வேளை)	ஒருபால், இருபால் பூக்கள்-பல பருவங்களில் பூக்கும் தாவரங்கள் - மகரந்த	புதிய, ஒருபால், இருபால் மலர்கள், பல வகைத் தாவரங்கள் பற்றிய படம், தன் மக

			சேர்க்கை - அதன் முறை - வகை - அதற்கான ஏதுக்கள்.	ரந்த சேர்க்கை, அயல் மகரந்த சேர்க்கை பற்றிய படங்கள்.
2. மகரந்த சேர்க்கை பல வழிகளில் நடைபெறுகிறது.	ஒன்று.	இரண்டு பாட வேலை.	மகரந்த சேர்க்கைக்கான சாதனங்கள், காற்று, பூச்சிகள், காற்று, பூச்சிகளால் மகரந்த சேர்க்கை நடைபெறும் தாவரங்களின் குணதிசயங்கள் சால்வியா பூவில் பூச்சிகளால் மகரந்த சேர்க்கை நடைபெறும் முறை செயற்கை முறையில் மகரந்தச் சேர்க்கை.	காற்று, பூச்சிகளால் மகரந்த சேர்க்கை நடைபெறுதலைக் காட்டும் படம். சால்வியா பூக்கள், ஊசிகள், சாமணம், கண்ணாடி தட்டுகள் (watch glass)
3. கருவுறுதலானது அண்ட அணுவுடன் (egg cell) ஆண் உட்கரு (Male nucleus) இணைவதால் உண்டாகிறது.	ஒன்று	ஒரு பாடவேலை	மகரந்தத் தூளின் அமைப்பு - சூல்முடியில் அதன் வளர்ச்சி சூலின் (ovule) அமைப்பு - கருவுறுதல் முறை - இரட்டைக் கருவுறுதல் - கருவுறுதலுக்குப்பின் ஏற்படும் விளைவுகள்.	மகரந்ததூள் - சூலின் அமைப்பு - சூல் தண்டிற்குள் மகரந்தக் குழாய் செல்லும் பாதையை விளக்கும்படம், ஆரஞ்சு, மா, நெல், கோதுமை, போன்ற கனிகள்.

பாடப் பொது கருத்து (Concepts)	பாடங்களின் எண்ணிக்கை	தேவையான கால அளவு	பாடப் பொருளின் நோக்கம் (Scope of the content)	போதனு உபகரணங்கள்
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
4. தாவரங்கள் கலவி இனப் பெருக்கத்தோடு விதையிலா முறையிலும் இனப் பெருக்கம் செய்கின்றன.	ஒன்று.	ஒரு பாடவேளை.	விதையிலாப் பெருக்கத்தின் பொது கருத்து- இலைகளினால் விதையிலா இனப்பெருக்கம்-கலவிப் பெருக்கத்தை விட கலவா பெருக்கத்தின் நன்மைகள் தாழ்ந்த இனத் தாவரங்களில் விதை இலா மற்றும் கலவி இனப் பெருக்க முறைகள்-பிளவுபடல் (Fission) ஸ்போர் உண்டாதல். முளை விடுதல் (Budding) போன்றவை.	பலவகையான தரைக் கீழ்த் தண்டுகள், மஞ்சள், இஞ்சி, சேனைக் கிழங்கு, இரணக் கள்ளி போன்றவைகள்-தாழ்ந்த இனத் தாவரங்களில் நடைபெறும் பலவகையான இனப் பெருக்க முறைகளை விளக்கும் படங்கள், நழுவங்கள் (யீஸ்டு, ஸ்பைரோகைவி முகார், ரிச்சியா) (Mucar, Ricia)
5. தாவரங்களில் விதையிலா இனப் பெருக்கம்.	ஒன்று.	மூன்று பாடவேளை.	செயற்கையான வழியிலும், விதையிலா முறையிலும் இனங்களைப் பரப்புதல்-போத்து நடுதல் - பதியம் போடுதல் - ஒட்டுதல் இவைகளைச்	ஒட்டுதல், போத்து நடுதல், பதியம் போடுதல் போன்றவற்றைச் செய்துகாட்ட பலவகையானத் தாவரங்கள்-விதையிலா வழிகளில் இனம் பரவுதலைக் காட்

			செய்து காட்டலும் மாணாக்கர்களுக்குப் பயிற்சி அளித்தலும்.	டும் படங்கள்.

படிவம் (ஆ)

பாடப் பகுதி : தாவரங்களின் இனப் பெருக்கம்

வகுப்பு : ஒன்பதாம் வகுப்பு.

பொது கருத்து : கலவிப் பெருக்கத்தின் முதல்படி மகரந்தச் சேர்க்கையாகும்.

துணைக் கருத்துக்கள்.	நோக்கங்கள்	செயல் முறை ஆசிரியர் மாணாக்கர் செயல்கள்	மாணாக்கர்களுக்கான ஒப்படைகள்	மதிப்பிடுதல்
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
பூக்கள், ஆண்பால் பூக்கள், பெண்பால் பூக்கள், இருபால் பூக்கள் எனப் படும்.	மாணாக்கர்கள் தாவரங்களைச் சேகரித்து பாதுகாக்கும் திறனை வளர்த்தல், உற்று நோக்கும் திறனை பார்த்தல். ஒருபால் இருபால், பூக்களை பிரித் தறியச் செய்தல்.	படங்களை உபயோகித்தும் தொகுத்தறி முறையிலும் ஆண்பால் பூ, பெண்பால் பூ, இருபால் பூக்கள் என்றால் என்ன என்ற கருத்தை விளக்குதல். ஒருபால், இருபால் பூக்களைக் கொடுத்து மாணாக்கர்களை உற்று நோக்கச்	உள்ளூர் பகுதியிலுள்ள பூக்களைச் சேகரித்து அதனை ஆண்பால், பெண்பால் மற்றும் இருபால் பூக்கள் என பிரி. அதனை உனது தாவரத் தொகுப்பு ஏட்டில் சேமித்து வை.	கீழ்கண்டவை குறித்து நீ அறிந்துக் கொள்வதுயாது ? 1. ஆண்பால் பூ 2. பெண்பால் பூ 3. இருபால் பூக்கள்

துணைக் கருத்துக்கள் (1)	நோக்கங்கள் (2)	செயல் முறை ஆசிரியர் மாணுக்கர் செயல்கள் (3)	மாணுக்கர்களுக்கான ஒப்படைகள் (4)	மதிப்பிடுதல் (5)
		செய்து, பலவகையான பூக்களைப் பரிக்கச் செய்தல். இதிலிருந்து ஆண்பால், பெண்பால், இருபால் பூக்கள் பற்றிய கருத்தை உருவாக்குதல்.		
2. தாவரங்கள் பல்வேறு பருவ காலங்களில் பூக்கின்றன.	உள்ளூர் பகுதியுள்ள பல்வேறு தாவரங்களின் பூக்கும் பருவக்காலங்களை கண்டுபிடித்து அவைகளை பருவ கால வாரியாகப் பட்டியல் தயார் செய்.	சில பூக்கள் ஆண்டு முழுவதும் பூத்தலையும், சில கோடையிலும், சில மழை காலங்களிலும், சில வசந்த காலத்திலும் பூத்தலை மாணுக்கர்களோடு விளுவுதல்-கலந்துரையாடல் மூலம் விளக்குதல்- பல பருவகாலங்களில் பூக்கும் பல திறப்பட்ட பூக்களையும், படங்களையும் காட்டு.	உலர்ந்த தாவர தொகுப்பு ஏட்டில் (Herbarium) பல வகைப் பூக்களைச் சேகரித்து அவைகளைப் பூக்கும் பருவ வாரியாக அடுக்கு.	1. தன் மகரந்த சேர்க்கை 2. அயல் மகரந்த சேர்க்கை ஏற்பட தேவையான நிபந்தனைகள் யாவை?

3. தாவரத்தில் கலவிப் பெருக்கம் ஏற்பட மகரந்த சேர்க்கை அவசியம்	மகரந்த சேர்க்கை முறையை விவரி. தன் மகரந்தச் சேர்க்கை அயல் மகரந்த சேர்க்கையை வேறுபடுத்திக் காட்டு. தன் மகரந்தச் சேர்க்கை, அயல் மகரந்தச் சேர்க்கைக்கு அவசியமான சூழ்நிலையைக் கண்டுபிடி. கலவி இனப்பெருக்கத்தில் மகரந்த சேர்க்கையின் அவசியத்தை உணர்.	பூக்களின் பாகங்களை நினைவு கூர்ந்து அதில் பூவின் ஆண்பாகங்கள், பெண் பாகங்களின் முக்கிய வேலைகளை நன்கு விளக்கு. மகரந்த சேர்க்கை பற்றிய பொது கருத்தை விளக்கி அதனை வரையறைச் செய்து கூறுமாறு செய். தன் மகரந்த சேர்க்கை, அயல் மகரந்த சேர்க்கையை விளக்கி இவைகளுக்கு தேவையான சாதனங்களை கூறு.	தன் மகரந்தச் சேர்க்கை, அயல் மகரந்தச் சேர்க்கை நடைபெறும் பூக்கள் பட்டியலை தனித்தனியாகத் தயார் செய்	மாணாக்கர்கள் தயாரித்த படத் தொகுப்பு, உலர்தாவரத்தொகுப்புகளை மதிப்பீடு செய்.

வினாக்கள்

1, ஆசிரியர் ஏன் பாடத்தைத் திட்டமிடுதல் வேண்டும்? காரணம் கூறி விளக்குக.

2. ஒரு நல்ல பாடத் திட்டமிடுதலின் பண்புகளும், பயன்களும் எவை என்பதனை உயிர்நூல் பகுதியிலிருந்து ஏதேனும் ஓர் ஏற்ற உதாரணத்துடன் விளக்குக.

3. கீழ்க்கண்ட தலைப்புகளுக்கு விரிவான முறையில், பாடத்தைத் திட்டமிடுதல் அல்லது பாடக் குறிப்புத் தயாரிக்க:

1. ஒளிச் சேர்க்கை.
2. விதை பரவுதல்.
3. மகரந்த சேர்க்கை.
4. தோல்.

4. பாடத்தைத் திட்டமிடுதலின் உள்ள படிகளை விளக்கி எழுது.

5. அலகுத் திட்டம் அல்லது பாடப்பகுதி திட்டத்திற்கும், பாடத் திட்டமிடுதலுக்கும் உள்ள வேறுபாட்டை தக்க உதாரணத்துடன் விளக்குக.

6. அலகுத் திட்டத்தின் சிறப்பு அம்சங்களைக் குறிப்பிடுக.

7. அலகுத் திட்டமிடுதல் என்றால் என்ன? அதனைத் தயாரிக்கையில் உள்ள படிகள் யாவை?

8. கீழ்க்கண்டவைகளுக்கு அலகுத்திட்டம் தயாரிக்க.

(அ) மனிதனின் நரம்பு மண்டலம்.
(ஆ) தாவரங்களின் வேர் மண்டலம்.
(இ) மனிதனின் உணவு மண்டலம்.

4. பயிற்றும் முறைகள்

(Teaching methods)

கற்பித்தல் என்பதும் ஒருவகைத் தொழில் நுட்பக்கலை எனலாம். இயந்திரங்களைக் கையாளும் தொழில் நுட்பப் பணியாளர்கள் தாம் பயன்படுத்தும் பொறியின் அமைப்பு, இயக்கும்முறை தேவையான துணைக்கருவிகள், ஏற்படக்கூடிய இடர்பாடுகள், அவற்றைக்களையும் வழிகள், கையாளுவதற்கு உகந்த பயிற்சி, போன்றவைகளை நன்கு அறிந்திருத்தலின் பயனாக வெற்றி பெறுதலை நாம் காண்கிறோம். உயிரற்ற பொறிகளுக்கே இத்தகைய ஆயத்தங்கள் தேவைப்படும் போது இளம் மாணவர்களுக்கு கல்வி அறிவு, புலப்பயிற்சி, மன வளர்ச்சி போன்ற மென்மையான நுட்பப் பொருள்களை அவர்களிட மிருந்து வரவழைத்து வளரவைக்கும், கற்பிப்போர் அதற்குப் பயன் படுத்தும் பல்வேறு முறைகளை அறிதல் அவசியமாகும்.

கற்பித்தலின் தன்மை

கற்றல் முறையானது; சிக்கல் நிறைந்த ஒன்றாகும். இது ஆசிரியர். மாணாக்கர் போதனைக்கான பொருள்கள் சாதனங்கள் மற்றும் கற்பிக்கும் சூழ்நிலையையும் பொருத்தது. அறிவியல் கற்பித் தலில் இன்று பல்வேறு முறைகள் நடைமுறையில் இருந்து வருகின் றன. அறிவியல் பாடத்தினை மாணாக்கர்களுக்கு கற்பித்தலின் நோக்குகளை அடைய இவைகள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. சில முறைகள் படிப்படியாக வளர்ச்சியுற்றவை. சில முறைகள் கவனத் துடன் செய்யப்பட்ட சோதனையால் உருவானவை. கற்பித்தலுக் கான எந்த ஒரு குறிப்பிட்ட முறையையும் ஒதுக்கிவிட வேண்டும் எனக் கல்வி சம்பந்தமான ஆராய்ச்சிகள் கூறவில்லை. அறிவியல் ஆசிரியர்கள் பலவகையான முறைகளைப் பற்றியறிய அறிவும், பயன் படுத்தும் திறனும் பெற்றிருத்தல் வேண்டும். ஒரு ஆசிரியர் குறிப் பிட்ட வகுப்பில் அறிவியல் கற்பிக்க சிறந்ததென ஒரு முறையைக் குறிப்பிடுவார். ஆனால் மற்றொரு ஆசிரியர் இம்முறையானது வேறொரு வகுப்பிற்கு போதுமானதல்ல எனக் கூறலாம். அறிவியல் கற்பித்தலில் ஏழாம் வகுப்பிற்கு மிகவும் கவர்ச்சியாக இருந்த செய்து காட்டும் முறை ஒன்பதாம் வகுப்பிற்கு திருப்திதராது போய் விடலாம்.

ஒவ்வொரு முறையிலும் ஒரு சில குறைகள் உள்ளன. சில முறைகள் அறிவியல் அறிவை வளர்ப்பதை விட திறமையை வளர்க்கப் பயன் படும். ஆய்வக முறை திறனை வளர்க்க ஏனைய முறையைவிடச் சிறந்தது. எல்லா ஆசிரியர்களுக்கும் குறிப்பிட்ட முறைதான் சிறந்தது எனக் கூற முடியாது. ஆசிரியர் தனக்கு எந்த முறை சிறந்தது என்பதனை தானே தேர்ந்தெடுத்து, தேவையான இடங்களில் கையாள வேண்டும். பல முறைகளின் பின்னணியில் ஒரு தனிப் பாணியும் ஏற்படுத்தலாம். பயிற்றும் முறைகள் பலவற்றைப் பயன் படுத்தலாம். பயிற்றும் முறைகள் பலவற்றைப் பற்றிய அறிவு தெரிந்தால் ஒவ்வொரு முறையிலிருந்தும் சில நல்ல கருத்துக்களைப் பெற்று பயன் அடைய முடியும். குறிப்பிட்ட முறையும் எல்லாக் காலத்திற்கும் பொருந்தும் என எண்ணவும் முடியாது. சூழ்நிலை, காலத்திற்கேற்றவாறு அமைத்துக் கொள்ள வேண்டும்.

ஒருவருக்கு ஒரு குறிப்பிட்ட பாடத்தில் நல்ல தேர்ச்சியான அறிவும், பல புதிய கருத்துக்களை உண்டாக்கும் ஆர்வமும், ஆற்ற லும் இருப்பினும் வகுப்பறையில் கற்பிக்கும் திறனென்பது முற்றிலும் தனிப்பட்ட திறமையாகும். சிறந்த நூலறிவு உள்ளவர்கள் அனை வரும் சிறந்த ஆசிரியர்கள் எனக் கூற முடியாது. சிலர் மட்டுமே வகுப்புத் துவக்கத்திலேயே மாணாக்கர்களின் ஆர்வத்தை எழுப்பி, கவனத்தை நிலைநிறுத்தும் தனிதன்மை வாய்ந்தவர்கள். சிலருக்கு இத்திறமை ஆரம்ப நிலையில் இல்லையெனினும் பலவகைப் பயிற்று முறைப்பற்றிய அறிவினாலும்; தொடர்ந்து முயற்சி செய்தும் இதனை வளர்த்துக் கொள்ளலாம்.

கற்பிக்கும் பாடப்பகுதியின் நோக்கம், கற்கும் மாணாக்கர்கள், சில குறிப்பிட்ட வகுப்பறை ஏதுக்கள் (factors) ஆகியவற்றிற்கும் கற்பிக்கும் முறைக்கும் ஒருவகையான தொடர்பு இருக்கிறது. கற்பிக்கும் முறைகளை தேர்ந்தெடுக்கும் போது சில குறிப்பிட்ட அம்சங்களைக் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும். அவைகளாவன:

1. கல்வியின் நோக்கம்

(1) அதாவது முக்கியமாக பாடப்பொருள், அறிவைப்பெறுதல், பாடத் தலைப்புச் சம்பந்தமான அறிவியல் மெய்மைகள் அறிவியல் தகவல்கள் ஆகியவை;

(2) முக்கியமாக அறிவியல் மனப்பான்மையை வளர்த்தல்;

(3) முக்கியமான அறிவியல் திறன்களை வளர்த்தல்;

(4) முக்கியமான அறிவியல் நடத்தைகளையும் (Behavior) பழக்கங்களையும் வளர்த்தல்.

II. மாணுக்கர்களின் வகைகள்

(1) மாணுக்கரின் வயது;

(2) மாணுக்கர்களின் மனமுதிர்ச்சி (Maturity of mind);

(3) குறிப்பிட்ட பாடப்பொருள் பற்றிய மாணுக்கர்களின் முன்னறிவு ;

(4) மாணுக்கர்களின் முன்னேற்ற விகிதம் போன்றவை.

III வகுப்பறை ஏதுக்கள்

(1) வகுப்பின் அளவு ;

(2) குறிப்பிட்ட பாடத்தலைப்பை கற்பித்தலுக்கு கிடைக்கக் கூடிய காலம் ;

(3) கற்பித்தலுக்குக் கிடைக்கக் கூடிய கற்பித்தல் சாதனங்கள்;

(4) கற்பித்தலுக்கான சூழ்நிலை, ஆசிரியரின் பயிற்சி மற்றும் அனுபவம் ஆகியவையாகும். கற்பிக்கும் முறைகளை மூன்று தொடர்புடைய பெரும் பகுதிகளாகப் பிரிக்கலாம். அவைகளாவன:

(1) வாய்மொழி முறை (Oral method)

பேசுதல், சொற்பொழிவு கலந்துரையாடல், வினு-விடை கூறுதல் ஆகியவை அடங்கும். இது கேள்வியறிவை அடிப்படையாகக் கொண்டது.

(2) உற்று நோக்கல் முறை (Observation method)

உண்மைப் பொருளைக் கொண்டும், மாதிரிப் படங்கள், மாதிரிப் பொருள்களைக் கொண்டும் செய்து காட்டும் முறையாகும். திரைப் படம், நழுவம், ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்தியும், கரும்பலகையில் வரைந்தும் விளக்கப்படும். இது காட்சி அறிவை அடிப்படையாகக் கொண்டது.

(3) செய்முறைப் பயிற்சி முறை (Practical method)

பரிசோதனைகளைச் செய்தல், ஆய்வகத்தில், கற்ற அறிவின் அடிப்படையில் தொழிலைச் செய்தல் போன்றவை. இது கைத்திறன்

வளர்ச்சியை அடிப்படையாகக் கொண்டது. உயிரியலில் அறிவும், திறனும், மனவளர்ச்சியும் பெற, வாய்மொழி, காட்சிப் பொருள்கள், பரிசோதனைகள், செய்முறைப் பயிற்சிகளும் பெரும் பங்கேற்கின்றன. இனி உயிரியல் கற்பித்தலில் பயன்படுத்தப்படும் பல்வேறு முறைகளை ஆராய்வோம்.

விரிவுரை முறை
(Lecture Method)

விரிவுரை முறை

கற்பித்தலில் முதலில் தோன்றிய முறைகளில் இதுவும் ஒன்ருகும். இம் முறையானது மத்திய காலத்தின் தொடக்கத்திலிருந்து கையாளப்பட்டு வருகின்றது. தேவையான புத்தகங்கள் இல்லாத நிலையினும், திறமையானவர்கள் அதிகம் இல்லாத போதும் தவறுதலின்றி சரியான முறையில் கருத்துக்களையும், தகவல்களையும் பரப்புவதற்கு இம்முறை கையாளப்பட்டு வந்தது. இன்றும் இம்முறையானது பொதுமேடைகளில் விரிவுரையாற்றுவதில் பெருமளவு பயன்படுத்தப் பட்டு வருகின்றது. அறிவை கொடுப்பதற்கும், ஆர்வத்தை உண்டாக்கவும், கருத்தை வலியுறுத்தவும், செயல் செய்யத் தூண்டவும், சிந்தனையை ஏற்படுத்தவும், கருத்தை விரிவான முறையில் வெளியிடவும் விரிவுரை முறை பயன்படுகிறது. இது கற்பித்தலில் எளியதும் கவர்ச்சியானதுமான முறையாகும். இது ஆசிரியர் மாணுக்கர்களுக்கு திருப்தி அளிக்கக் கூடியதாகும். இம் முறையின் முக்கிய நோக்கம் சிறந்தவை எனக் கருதப்படும் தகவல்களை எப்படியாவது மாணுக்கர்களுக்கு அறிவிப்பதேயாகும். இதனைச் சொல்லும் முறை எனவும் வழங்குவர். இது உயர்நிலைப் பள்ளிகளிலேயும், கல்லூரிகளிலேயும், அதிக மாணுக்கர்களைக் கொண்ட வகுப்புகளிலும் கையாளப்படுகிறது.

நிறைகள்

இம் முறையில் பல பயன்கள் உண்டு. விரைவாகவும் சுருக்கமாகவும் கற்பிக்கலாம். மாணுக்கர்களும் சிரமமின்றி புரிந்து கொள்வார்கள். இம்முறையால் ஆசிரியர் கூற வேண்டியவற்றை கூறும் வாய்ப்பான ஒரு பாதுகாப்பும் திருப்தியும், ஏற்படுகிறது. ஆய்வுக் கூட வசதியில்லாமலும், ஒரே ஆசிரியர் குறிப்பிட்ட நேரத்தில் அதிக அளவுள்ள மாணுக்கர்களுக்கு கற்பிக்க இயலுமாகையால் இது சிக்கனமான முறையாகும். நீண்ட பாடத் திட்டத்தையும் குறுகிய காலத்தில் முடித்து விடலாம். வரலாற்று நிகழ்ச்சிகள்,

நிரூபிக்கப்பட்ட மெய்மை தகவல்கள் முதலியவற்றை மிக எளிதாகக் கூறிவிடலாம். ஆசிரியர் எல்லாச் செய்திகளையும் திரட்டி, கோர்வைப் படுத்தி எடுத்துரைக்க முடிகிறது. காலச் சிக்கனம் உண்டாகிறது. மாணுக்கர்களின் கவனத்தை எளிதில் ஈர்த்து அவர்களுக்குப் பாடத்தில் ஆர்வமூட்ட இம்முறைப் பயன்படுகிறது. ஆசிரியர் பேச்சுத்திறனும், நல்லமுறையில் கருத்துக்களை வெளியிடும் ஆற்றலும் பெற்றிருந்தால், நகைச்சுவை, கவர்ச்சிதரும் சிறிய கதைகள் முதலியவற்றை இடத்திற்கு ஏற்றவாறு கையாண்டு சிறந்த முறையில் கற்பித்தலுக்கான தகவல்களை ஆணித்தரமாக எடுத்துரைக்க இயலும். இம் முறைக்கு ஆய்வகமோ, ஆய்வகத் துணைக் கருவிகளோ போதனைத் துணைக்கருவிகளோ தேவையில்லை. வரலாற்று நிகழ்ச்சிகள் கொள்கைகளை விளக்குதல், விஞ்ஞானிகளின் வாழ்க்கையில் ஏற்பட்ட நிகழ்ச்சிகளையும் கவர்ச்சியாகக் கூறலாம்.

குறைகள்

இம்முறையில் ஆசிரியர் பேசிக்கொண்டு இருப்பதைத் தவிர எவ்விதமான முக்கிய பங்கும் ஏற்பதில்லை. இதனுல் மாணுக்கர்களிடையே சோர்வு ஏற்பட்டு, கொட்டாவி விடுதல், சில சமயத்தில் உறங்கி விடுதல் போன்றவை நிகழக்கூடும். ஆசிரியர் ஒலிப்பெருக்கிப் பெட்டியைப்போல் பேசிக் கொண்டே செல்வதால் மாணுக்கர்கள் தொடர்ந்து கவனிக்கின்ருர்களா? இல்லையா? என்பதில் கவனம் செலுத்துவதில்லை. மாணுக்கர்களை ஆயத்தப்படுத்துவது, சோதனை செய்து காட்டுவது போன்ற வேலைகள் இல்லை. சொற்பொழிவானது நல்ல முறையில், தெளிவாகச் செய்யப்பட்டாலும், இதில் முக்கியமான ஒரு பகுதியானது ஒதுக்கப்படுகிறது. மாணுக்கர்களுக்கு அமைதியாக கேட்டுக்கொண்டு இருப்பதைத் தவிர வேறு வேலைகள் ஒன்றும் கிடையாது. பல நூற்ருண்டு காலமாகச் செய்யப்பட்ட பரிசோதனையின் வாயிலாக பெறப்பட்ட உண்மைகளை சில வாக்கியங்களில் சொல்லி முடித்து விடுகிருர். விரிவுரையாளர் சிலவற்றிற்கு அதிக அழுத்தம் கொடுத்தும், கருத்துக்களை முறைப் படுத்துவதில் குறை ஏற்படலாம். உயிரோட்டமற்ற முறையில் சொற்பொழிவு செய்யும் போது மாணுக்கர்களிடத்தில் கவர்ச்சியை ஏற்படுத்தாது. உயிரியலுக்கு அவசியமான உற்று நோக்கும் பயிற்சியும், அதனுல் காரணம் கண்டு கருத்து தெளிவு ஏற்படுவதற்கான தூண்டுதல் இதில் புறக்கணிக்கப் படுகிறது. மாணுக்கர்களுக்கு பாட அறிவு நேரடியாக ஊட்டப் படுகிறது.

இது நினைப்பாற்றலுக்கு முக்கிய இடம் தருகிறது. சோதனை செய்து அறிதல் என்பது ஒதுக்கப் படுகிறது. மாணுக்கர்களின்

சுய சிந்தனைக்கும். தானே முயற்சி செய்து கண்டுபிடிப்பதும் இங்கு ஊக்குவிக்கப்படவில்லை. மாணுக்கர்களின் தனித்திறமையை வளர்க்க வாய்ப்பில்லை. விரிவுரை செய்பவர், மாணுக்கர்கள் முழுவதும் புரிந்து கொண்டார்களா ? தொடர்ந்து கவனிக்கின்ருர்களா ? என அறிய வாய்ப்பில்லை. சொற்பொழிவின் போது பாடப்பொருள் சம்பந்தமான கருத்துக்களையும் செய்திகளையும் கூறுவதுமாக வேகமாக நடைபெறுவதால் தேவையான கருத்துக் கோர்வை மாணுக்கர்களிடையே ஏற்படாமல் போக வாய்ப்புள்ளது. கற்றல் தொழில் ஆசிரியரும் மாணுக்கர்களும் முக்கிய பங்கு ஏற்பதே உளநூல் முறையாகும். அதனுல் இம் முறையில் மாணுக்கர்கள் எவ்வித மான பங்கும் ஏற்காமல் ஆசிரியரே முழுப்பங்கு ஏற்கிருர். இதனுல் மாணுக்கர்களின் ஆர்வம், மன எழுச்சிகள், தனித் திறமைகள் ஒதுக்கப் படுகின்றன. மாணுக்கர்களிடையே விஞ்ஞான மனப் பான்மை, விஞ்ஞான முறைப் பயிற்சி வளர்க்கப்படுவதில்லை. தகவல்களைத் திரட்டிதரும் போது அவை முழுவதும் கூறப்படாமல் விட்டுப் போகலாம். உரை நிகழ்த்தும் போது ஆசிரியர் வேறு தலைப்புக்கு வழி விலகிப்போகவும் வாய்ப்புள்ளது. எவ்விதமான வினுவும் கேட்காமல் தொடர்ந்து சொற்பொழிவு செய்து கொண்டே செல்வதால் மாணுக்கர்களின் முன்னறிவைச் சோதிக்க வாய்ப்பில்லை. மாணுக்கர்களின் வயதுக்கு ஒவ்வாத மொழி ஆட்சியால் அவர்களுக்கு கருத்துத் தெளிவு, விளக்கம் ஏற்படாமல் போகவும் வாய்ப்பு உள்ளது. அறிவியலில் முக்கிய அம்சமான செய்து கற்றல் முறையானது இடம் பெறவில்லை.

நடைமுறை யோசனைகள்

இம் முறையில் நிறைகளைவிட குறைகள் அதிகம் காணப்படினும் இதனை முழுவதும் விலக்கிவிட முடியாது. கீழ் வகுப்புகளுக்கு பயன் படாவிட்டாலும் உயர்நிலைப் பள்ளியின் மேல் வகுப்புகளுக்கு சில காரணங்களுக்கு இதைப் பயன்படுத்தலாம். புதிய கடினமான பாடங்களை மாணுக்கர்களுக்கு அறிமுகம் செய்து கற்பிக்கவும் இதனைப் பயன்படுத்தலாம். புதிய பாடத்திற்கு மாணுக்கர்களை ஆயத்தம் செய்யவும் அறிவியல் அறிஞர்களின் வாழ்க்கை அல்லது சிறப்பு நிகழ்ச்சிகள் குறித்து விரிவாக விளக்கவும் விரிவுரை முறை பயன்படுத்தலாம். பாடத் திட்டத்தினை குறிப்பிட்ட காலத்தில் முடிக்க இதனைப் பயன்படுத்தலாம். பரிசோதனைகள் மூலம் காண்பிக்கப்பட இயலாத சில கடினமான கொள்கைகளையும் விதிகளையும் விளக்கிக் கூற இதனை உபயோகிக்கலாம். மாணுக்கர்கள் செய்ய இருக்கிற பரிசோதனைகளைப் பற்றிக் கூறவும் செய்து முடித்த பரிசோதனைகளைப் பற்றிக் கூறவும் கற்பித்தவற்றை சுருக்கிக் கூறவும், மீள் பார்வை செய்யவும் பயன்படுத்தலாம். இம்முறை பயன்படுத்தும் போது அதாவது

சொற்பொழிவின் போது மாணுக்கர்களுக்கு குறிப்பு எடுக்க பயிற்சி அளிக்கப்படுமாஞல் அவர்களுக்கு மிக பயனுள்ளதாகும். சொற்பொழிவின் முடிவில் ஆசிரியர் விஞநேரம் ஒதுக்கப்படல் அவசியம். அப்போது மாணுக்கர்களை ஐயம் கேட்க உற்சாகம் அளித்து அவற்றிற்கு பதட்டப்படாமல் ஆசிரியர் அமைதியாக விடை அளிக்க வேண்டும். இதஞல் மாணுக்கர்கள் கருத்தை எவ்வாறு புரிந்து கொண்டார்கள் என அறிய முடியும். சொற்பொழிவின் போது வார்த்தைகள் தெளிவாகவும், நல்ல குரலிலும், உரக்கமாகவும் மெதுவாகவும் பேச வேண்டும். கடினமான வார்த்தைகளையோ, பொருள் தெளிவற்ற வார்த்தைகளையோ பயன்படுத்தக் கூடாது. மாணுக்கர்களின் கவனம் சிதருமல் இருக்க இடையிடையே நகைச்சுவை உணர்வோடு சொற்பொழிவு செய்யப்படல் வேண்டும். கல்லூரியில் இம்முறையே அதிகமாகப் பயன்படுத்துவதால் கல்லூரியில் சேர விரும்பும் மாணுக்கர்களுக்கு இம் முறையில் பயிற்சி அளிக்கலாம். உயிரியல் போதித்தலில் புதிய பாடத்தையோ பிராணி அல்லது தாவரத்தை அறிமுகம் படுத்தும்போது இம்முறையைப் பயன்படுத்தலாம். உதாரணமாக வனவிலங்குகள், நீர்த் தாவரங்கள், ஆழ் கடல் பிராணிகள் போன்றவை. ஆஞல் சொற்பொழிவை அளவோடு நிறுத்தி துணைப் பொருள்களை பயன்படுத்தலாம். தொடர்ச்சியாக குறிப்பிட்ட பாடப் பொருளைப் பற்றி பரிசோதனை செய்யும் போது, உதாரணமாக ஒளிச்சேர்க்கை, நீராவிப் போக்கு போன்றவையின் போதுஇடையிடையே மாணுக்கர்களின் அறிவைத் தொடர்பு படுத்தி பேசலாம். உயிரியல் அறிஞர்களான சார்லஸ் டார்வின், மெண்டல், லாமார்க் போன்றவர்களின் வாழ்க்கை வரலாறுடன் அவர்களது கொள்கைகளை விளக்கவும் பயன்படுத்தலாம்.

செய்துகாட்டும் முறை
(Demonstration method)

செய்து காட்டும் முறையானது விரிவுரை முறையினின்றும் வேறுபட்ட ஒன்றுகும். விரைவுரை முறையில் ஆசிரியர் பேசிக் கொண்டே இருக்கிஞர். ஆஞல் செய்துகாட்டும் முறையின்போது உண்மையிலேயே செய்துக் கொண்டே கற்பிக்கிஞர். இம்முறையில் சொற்பொழிவு முறை போலன்றி மாணவர்கள் சுறுசுறுப்பாக பங்கேற்கின்றனர். காண்பவற்றைக் குறித்து விளக்கிக் கூற வேண்டியுள்ளதால் அவர்கள் மிகவும் கவனமாக உற்று நோக்குகிஞர்கள். செய்துகாட்டுவது கொள்கைகளை சரி பார்ப்பது போலன்றி புதிய கருத்தை அறிமுகப் படுத்துவதற்குப் புரிவதாகும். மாணுக்கர்களது ஆவலைத் தூண்டும் வகையில் படங்கள், படப் பெருக்கியில் உருவங்களைப் பயன்படுத்துதல், திரைப் படங்கள், மாதிரிப் பொருள்கள் பயன்படுத்தப்படும். அறிவியல் கற்பித்தலில் செய்துகாட்டும் முறையைப் போல் சிறந்தது ஒன்றும் இல்லை

என்பது தெளிவாகும். பாடம் நன்முறையில் நடத்தப்பட்டால் இது காலத்தை மிச்சப்படுத்தவும், அதிக பாடங்களை முடிக்கவும், மாணுக்கர்களின் புத்துணர்ச்சியைத் தூண்டவும், மாணுக்கர்களின் திறமைக்கு அப்பாற்பட்ட பல சோதனைகளைச் செய்வதற்கும், வாய்ப்பையும் அளிக்கிறது. செய்துகாட்டல் வெற்றிகரமாக அமைய கீழ்கண்ட சில யோசனைகளை அறிவியல் ஆசிரியர்கள் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும்.

(1) பாடத்தை அறிமுகப் படுத்தும்போது நன்கு தெளிவாகவும், சுறுசுறுப்பாகவும், கவர்ச்சியாகவும் தொடங்க வேண்டும் அன்றாட வாழ்க்கையோடு தொடர்பு படுத்தியும், அறிவியலின் நடைமுறைப் பயனை இணைத்தும், முடிந்தால் அதனோடு தொடர்புடைய சில விஞ்ஞானிகளையும் குறிப்பிட்டுக் கூறலாம். படங்கள், மாதிரிப் படங்கள், விளக்கப் படங்கள், சுவரொட்டிகள், நழுவங்கள், திரைப்படங்கள் போன்றவைகளை பரிசோதனையோடு இணைத்துப் போதிக்க வேண்டும்.

(2) பாடத்தை முன் கூட்டியே தயாரிக்காமல் கற்பிக்கும் போது, அவை நன்கு அமைவதில்லை. விரிவாகவும் விளக்கமாகவும் முன் கூட்டியே தயாரிப்பது அவசியமாகும். பரிசோதனைக்கான துணைக் கருவிகளை முன்கூட்டியே சோதித்தும், பரிசோதனையை முன்னரே செய்து பார்த்தலும் அவசியமாகும். அப்போதும் சில வேளைகளில் தவறு நேரலாம். அதற்குத் தனியாக உபகரணங்கள் வைத்திருத்தல் நலமாகும். பரிசோதனை செய்துகாட்டும் போது அமைதியான முறையில் செயல்பட வேண்டும்.

(3) பரிசோதனையானது பாடம் முழுவதும் பரவி வருமாறு அமைத்தல் வேண்டும்.

(4) பரிசோதனையானது தெளிவாகவும் கவருவதாகவும், திருப்தி தருவதாகவும் இருத்தல் வேண்டும். முடிந்தால் பாடப் புத்தகத்தில் உள்ள பரிசோதனைகளுக்குப் பதிலாக அதே தத்துவத்தைக் கொண்ட வேறு பரிசோதனையை வேறு புத்தகத்திலிருந்து எடுத்துச் செய்யலாம்.

(5) சோதனையின் முடிவுகளை முன்கூட்டியே கூறுதல் கூடாது. மாணுக்கர்களைக் கவனமாக உற்று நோக்கச் செய்து, அதன் அடிப்படையில் முடிவுகளை அவர்களையே கூறச் செய்யவேண்டும்.

(6) பரிசோதனை செய்துகாட்டும்போது யாவரும் காணும் வண்ணமும், தெளிவாகத் தெரியும் வகையில் சோதனையின்

பின்னணி அமைத்தும், சில பொருள்களை மாணுக்கர்கள் தொட்டுப் பார்த்து அறிய கொடுத்து அனுப்பவும் செய்யவேண்டும்.

(7) முன் கூட்டியே தயாரிக்கப்பட்ட பாடக் குறிப்பும், ஆரம்ப நிலையில் உள்ள ஆசிரியர்களுக்கு பெரும் பயனளிக்கும்.

(8) ஒரு பெரிய ஆடியைச் சோதனைசெய். பெஞ்சின் மேல் குறிப்பிட்ட கோணத்தில் வைத்தால் அதில் பிரதிபலித்தலின் வாயிலாக பரிசோதனையில் நடைபெறுவதை மாணுக்கர்கள் நன்கு கவனிக்க முடியும். புரு, முயல் போன்ற பிராணிகளின் உணவு மண்டலம், நரம்பு மண்டலம், இரத்த ஓட்ட மண்டலம், இவைகளைச் செய்து காட்டும்போது இம்முறைகளை கையாளலாம். செய்துகாட்டும் பலகையின் பின்புறத்தில் சுவரின் முழுநீளத்திற்கும் கரும்பலகை இருந்தால் பரிசோதனைச் சம்பந்தமானக் கருத்துக்கள் படங்களை விளக்கலாம். செய்துகாட்டும்போது வேடிக்கை காட்டுபவனைப் போல் மாணுக்கர்களின் கவனம் சிதருமல் கொண்டு செல்ல வேண்டும். பயன்படுத்தும் துணைக் கருவிகள் மாணுக்கர்கள் பார்த்துக் கையாண்டதாக இருத்தல் வேண்டும். பல துணைக் கருவிகளை பயன்படுத்த வேண்டியிருந்தால் அவைகள் அனைத்தையும் ஒரே நேரத்தில் மாணுக்கர்களின் முன் வைக்கக்கூடாது. அது பாடத்தைப் பற்றிய ஒரு கவர்ச்சியை ஏற்படுத்திலுைம், சில சமயங்களில் குழப்பத்தை விளைவிக்கும். பயன்படுத்தப்பட வேண்டியவற்றை நன்கு தெரியும் இடத்தில் வைக்க வேண்டும். பயன்படுத்தும் முன்பும் பின்னரும் அவைகளை ஒரு ஓரத்தில் வைக்கவேண்டும். ஏனைய முறைகளைப்போல் இதிலும் காலத்தையும் பருவத்தையும் கருத்தில் கொள்ளவேண்டும். பூச்சிகள் சில சமயங்களில் அதிகமாகத் தோன்றும். அப்போது அவைகளின் வாழ்க்கை முறை, இடப்பெயர்ச்சி தடுத்தல், போன்றவைகளை முக்கியமாகக் கற்பிக்கலாம். பருவ மாற்றங்கள் தெளிவாக உள்ள பகுதியில் உயிரியல் பாடத் திட்டத்தை அதற்கு ஒட்டினுற்போல் அமைத்துக் கொள்ள வேண்டும்.

செய்துகாட்டும் முறையைச் செயல்படுத்துதல்

செய்துகாட்டல் என்பது பரிசோதனை செய்தல் என்பது பொருந்தாது. இதில் வழக்கமாக ஆசிரியர் செய்துகாட்டுவதோடு மாணுக்கர்கள் செய்துகாட்டலையும் இணைக்கலாம். விவாதத்திற்கு முன் செய்துகாட்டி பிரச்சினைகளை ஏற்படுத்தவும், ஒரு கருத்தை விளக்கவும் பிரச்சினையைத் தீர்க்கவும் மீள்பார்வை செய்யவும் முடித்தலும் இதன் நோக்கங்களாகும். பொதுவாக பள்ளிகளில்

அறிவியல் கற்பித்தலில் செய்துகாட்டும் முறை கையாளப்படுவதால் இதனை செயல்படுத்தும் முறை குறித்தும் சில் காணலாம்.

திட்டமிடுதலும் தயாரித்தலும்

செய்துகாட்டலுக்கு முன்னர் பாடப்பொருள் கேட்கப்பட வேண்டிய வினாக்களுடன், பாடக் குறிப்பும், பரிசோதனையை முன்னரே செய்து பார்த்தலும் அவசியமாகும். கற்பிக்கப்பட வேண்டிய பாடப் பொருளைப் பாட நூல்களைக் கொண்டும், பிறவழிகளிலும் நன்கு அறிந்திருத்தல் மிகவும் அவசியம். விளக்கப்பட வேண்டிய கருத்துக்கள், கொள்கைகள், செய்து காட்டப்பட வேண்டிய பரிசோதனைகள், மாணாக்கர்கள் தொடர்ந்து கவனித்து வர கேட்கப்பட வேண்டிய வினாக்கள் ஆகியவற்றை விரிவான பாட திட்டத்தைத் தயாரிப்பதால் ஏற்படுத்தலாம். முன்கூட்டியே செய்து பார்ப்பதால் தேவையான உபகரணங்களைச் சேகரிக்க உதவுகிறது. சோதனையைத் தொடங்கு முன்னர், மேசையில் தேவையான துணை கருவிகளை முறையாகவும் சரியாகவும் அடுக்கி வைத்துக்கொண்டால் செய்துகாட்டும்போது எளிதாக இருக்கும்.

பாடத்தை அறிமுகப்படுத்தல்

செய்துகாட்டலைத் தொடங்கு முன்னர் மாணாக்கர்களை நன்கு ஆயத்தம் செய்து, புதிய கருத்துக்களை ஏற்க தயாரிக்க வேண்டும். பாடத்தை ஒரு பிரச்சினை முறையில் அறிமுகம் செய்தால், மாணாக்கர்கள் பாடத்தின் முக்கியத்துவத்தை உணரவும் போற்றவும் முனைவார்கள். பாடத்தை தனது அனுபவத்திலிருந்தோ, சில சம்பவங்களைக் குறிப்பிட்டோ, கவர்ச்சியான பரிசோதனை செய்தோ தொடங்கலாம். மாணாக்கர்களின் ஆர்வம் சிதருமல் கவனித்துக் கொள்ள வேண்டும். அறிவியல் வாழ்க்கையோடு தொடர்புடைய பாடமாகையால் பாடத்தை எளிதில் இணைத்து கற்பிக்கலாம்.

கற்பித்தல்

கற்பித்தல் பாடப் பொருளோடன்றி விரிவாகவும் இருக்க வேண்டும். கற்பித்தலுக்கு முன்னர் நன்கு சிந்தித்தும், தேவையான வினாக்களையும் தயார் செய்ய வேண்டும். ஒரு முழுமையான பாடப் பகுதி உண்டாகுமாறு வினாக்களைத் தயார்செய்து, வரிசைப் படுத்தி வைக்கவேண்டும். எல்லாவற்றையும் மாணாக்கர்களிடமிருந்தே வரவழைக்க முடியாது. சில சமயங்களில் தேவையானபோது ஆசிரியரே எடுத்துக் கூறலாம். ஆனல் எல்லாவற்றையுமே ஆசிரியர் கூறினல் வெற்றி ஏற்படாது. 'கூறுதல் என்பது கற்பித்தல் அல்ல'. கேட்கப்படும் வினாவினல் விடை அளிக்க முடியா

விட்டாலும், மாணுக்கர், தனக்கு என்ன தெரியவில்லை என்பதைத் தெரிந்து கொண்டாலும் கற்றல் ஏற்படும். நல்ல முறையில் கூருவிடில் கற்பித்தல் நடைபெருது. கற்பித்தலில் ஆசிரியரின் குரல் முக்கிய பங்கேற்கிறது. ஆசிரியர் நிறுத்தியும், சரியான உச்சரிப்புடன் சிந்தித்தும் கூறவேண்டும்.

பரிசோதனை செய்தல்

ஆசிரியர் செய்து காட்டுவது மாணுக்கர்கள் பின்பற்றத்தக்கதாய் இருத்தல்வேண்டும். சுத்தமில்லாமல் செய்துகாட்டும் சோதனைகள், செய்முறைச் சோதனையை மாணுக்கர்கள் தவருனமுறையில் செய்ய வழிவகுக்கும். பரிசோதனை செய்துகாட்டும்போது முடிவு தெளிவாகவும், ஏற்றுக்கொள்ளும் வகையிலும் இருக்கவேண்டும். விடையை தவருன வழியில் பெற முயலக்கூடாது. தவறு ஏற்படும் ஒவ்வொரு தடவையும் ஆசிரியர் 'ஆனுல் இவ்வாறு ஏற்பட்டிருக்க வேண்டும்' எனக் கூறினுல் அது மாணுக்கர்களின் நம்பிக்கையைத் தகர்த்து விடும். பரிசோதனை பாட முழுவதும்பரவி வரும் வகையிலும் எளிதாகவும் விரைவாகவும் புரியப்படல் வேண்டும். கற்பிக்கும்போது ஆரம்பத்திலேயே எல்லாவற்றையும் செய்து காண்பிப்பது அல்லது வகுப்பு இறுதியில் விரைவாகச் செய்து முடிப்பது தவிர்க்கப்படல் வேண்டும். குறிப்பிட்ட பாடத்திற்கு, நிறைய அளவில் பரிசோதனைகளைச் செய்வது பாடத் தெளிவை ஏற்படுத்தாது. உண்மையில் ஒரு சிறந்த பெரிய பரிசோதனை நன்முறையில் முழுவதும் செய்து காட்டுவது, பாடத்தோடு நெருங்கிய தொடர்பில்லாத பரிசோதனையைவிடச் சிறந்ததாகும்.

கரும்பலகை வேலை

பரிசோதனைச் செய்துகாட்டுதலில் கரும்பலகை பயன்படுத்தலும் முக்கியமான ஒன்ருகும். இதன் பயன்கள் ஒன்று : முக்கிய முடிவு கொள்கைகளை சுருக்கமாக எழுதுவது. மற்ருென்று படம் வரைந்து விளக்குவதாகும். கரும்பலகை பயன்படுத்துவது ஆசிரியரின் திறமையைத் தெரிவிப்பதாகும். கரும்பலகையில் எழுதும் போது தெளிவாகவும் சுத்தமாகவும் அழகாகவும் எழுத வேண்டும். மாணுக்கர்கள் ஆசிரியரை பின்பற்றுவதால் கரும்பலகையில் தவறு நிகழ்ந்தால் மாணுக்கர்கள் எழுதுவதிலும் தவறு ஏற்படும். கரும்பலகையில் எழுதும் மொழி மாணுக்கர்களுடையதாக இருக்க வேண்டும். சில திருத்தங்களை மட்டும் ஆசிரியர் இங்கும் அங்குமாகச் செய்யலாம். கரும்பலகையை வசதிக்கு ஏற்றவாறு இரு பிரிவாக அமைத்து வலது புறத்தில் படங்களும், வெளிக்கோடுகளும், வரைய ஒதுக்கலாம். ஒற்றைக்கோட்டு படங்களாக வரைந்து, பாகங்களுக்குப் பெயர் தெளிவான எழுத்தில் குறிக்க வேண்டும்.

பெயரை எழுதுகையில் தொடர் எழுத்தாக இன்றி தனித்தனி எழுத்தால் குறிக்க வேண்டும். கரும்பலகையில் உள்ள படங்களையும், பாடச் சுருக்கத்தையும் மாணக்கர்கள் பார்த்து அவர்களது ஏட்டில் எழுதிக் கொள்வது மிகவும் அவசியமான ஒன்ருகும். பிறகு தேவையான போது பார்க்க இது அவசியமாகும். கரும்பலகையில் எழுதியிருப்பது மாணக்கர்களால் கூறப்பட்ட மொழியாகையால் பார்த்து எழுதிக் கொள்வதில் சிரமம் இராது. மாணக்கர்கள் தாங்களாகவே குறிப்பெடுக்க போதிய அளவு வளர்ச்சி பெருததால் பார்த்து எழுதுவது மிகவும் பயனுள்ளதாகும். ஆசிரியரும் அடிக்கடி அவர்களுடைய இடத்திற்கு சென்றும், சரியாக பார்த்தும் எழுதிக் கொள்கிருர்களா? எனவும் கவனிக்க வேண்டும்.

வகுப்பறையில் பரிசோதனையை செய்துகாட்டும்போது சில தவறுகள் ஏற்பட வாய்ப்புண்டு. அதனைக்களைய சில குறிப்புக்களை ஆசிரியர் கருத்தில் கொள்ளுதல் நன்று. பரிசோதனைக்கான துணைக் கருவிகள் சில வேளைகளில் பயன்படுத்துவதற்கு ஏற்ற நிலையில் இராது. இதனை முன் கூட்டியே பார்க்க வேண்டும். விளக்க வேண்டிய பாடப் பொருளை, எவ்வாறு செய்துகாட்டும் முறையால் செய்வது என்பதில் தவறு ஏற்படலாம். பரிசோதனையின் முக்கிய நோக்கத்திற்கு மாணக்கர்களின் கவனத்தை ஈர்ப்பதில் தவறு ஏற்படக்கூடும். சிறிய கருத்துக்களுக்கு அதிக அழுத்தம் கொடுப்பது, பொது விதியினை மாணக்கர்களிடமிருந்து வரவழைக்காமல் ஆசிரியரேக் கூறுவது சில பொதுக்கருத்தை விளக்காமல் விடுவது போன்ற சில குறைபாடுகள் செய்துகாட்டும்போது ஏற்படக் கூடியவையாகும். ஆசிரியர் பயன்படுத்தும் மொழியானது மாணக்கர்கள் புரிந்து கொள்ள இயலாத நிலையில் கடினமாக இருக்கக்கூடாது. பரிசோதனை செய்துகாட்டும்போது இடையிடையே சரியான வினுக்களை கேட்காமல் இருப்பதும் கூடாது. ஒரே மாதிரியாக ஆசிரியரே தொடர்ந்து பேசிக்கொண்டு இருப்பது மாணக்கர்களின் உற்சாகத்தைக் கெடுக்கக் கூடும்.

பரிசோதனையின் போது அறியும் விபரங்களை எழுதிக் கொள்ள தேவையான நேரம் ஒதுக்காமல் விடுவது, மேற்கொண்டு கற்றலுக்கான மாணக்கர்களின் ஆர்வத்தை கவனிக்காமல் விடுவது போன்றவைகளும் பொதுவாக ஏற்படக்கூடிய சில தவறுதலாகும். பரிசோதனையைச் செய்துகாட்டும்போது இத்தவறுகள் ஏற்படாமல் பாத்துக்கொள்வது உயிரியல் ஆசிரியரின் பொறுப்பாகும்.

பயன்கள்

எல்லா மாணக்கர்களையும் ஏறக்குறைய ஒரே முறையில் சிந்திக்க வைக்கிறது. பிரச்சினையை எழுப்புவது, கூறுவது, தீர்வுகளை

சரிபார்ப்பது, முடிவுகளை எடுப்பது போன்றவை வகுப்பறைச் செயலாக நடைபெறுகிறது. பொருளைத் தேர்ந்தெடுத்து சூழ்நிலையை நல்ல முறையில் உருவாக்கினால் எல்லா மாணுக்கர்களும் புரிந்து கொள்வதும் விளக்கம் பெறுவதும் ஒரே மாதிரியாக அமையும். இதுகாலத்தையும் பணத்தையும் மிச்சப்படுத்துவதால் பொருளாதார நிலையில் சிக்கனமானது. விலை உயர்ந்த உபகரணங்களை கையாள்வதற்கும், அபாயகரமான சோதனைகளைச் செய்வதற்கும் இம்முறையைப் பயன்படுத்தலாம். பொருள்களையும், விளைவுகளையும், உயிரினப் பொருள்களையும், நேரில் காண்பதால் கற்பனையாக புரிந்து கொள்ளவேண்டிய அவசியம் இல்லை. இக்காட்சியானது உயிரியல் கற்றலில் ஆர்வம் ஏற்படச் செய்கிறது.

குறைகள்

இம்முறையில் மாணுக்கர்கள் பொருளோடு பழகும் வாய்ப்புக் குறைவு. பல அறிவியல் கருத்துக்களைக் கண்டும், கேட்டும், மட்டும் முழுவதும் பெற இயலாது. தொடுவது, கையாள்வது போன்ற பயிற்சியும் வேண்டும். செய்துகாட்டும்போது பல படிகளை மாணுக்கர்கள் புரிந்து கொள்ள முடியாதபடி விரைவாகச் சென்றுவிட வாய்ப்புண்டு. சில மாணுக்கர்கள் சில படிகளை புரிந்து கொள்ள முடியாதபோது வினுக்களை எழுந்து கேட்க ஆர்வமற்று இருப்பார்கள். செய்துகாட்டலைத் தொடர்ந்து நடைபெறும் விவாதத்திலும் சில மாணுக்கர்கள் தனித்திறமை அல்லது ஆர்வத்தால் அவர்களே முழுவதும் பங்கேற்று மற்றவர்களை ஒதுக்கி விடுவார்கள். ஆசிரியர் செய்துகாட்டும்போது சில மாணுக்கர்களே சுறுசுறுப்பாக பங்கேற்பார்கள். மற்றவர்கள் அமைதியாகப் பார்த்துக் கொண்டிருப்பார்கள். அவர்கள் மனத்தளவில் எவ்வாறு பங்கு கொள்கிருர்கள் என்பதை அறிவது மிகவும் சிரமமாகும். வகுப்பு முழுவதற்கும் ஒரே மாதிரியாக எல்லா மாணுக்கர்களுக்கும் போதிக்க இது ஏற்றதெனினும் தனி மாணுக்கர் பயிற்சிக்கு இதில் வாய்ப்பில்லை.

நடைமுறை யோசனை

செய்துகாட்டும் முறையின்போது மாணுக்கர்களுடன் கலந்துரையாடல் இடம் பெறுமாளுல் மிகவும் சிறந்ததாகும். குறிப்பிட்ட அளவு மாணுக்கர்களை இதில் பங்கேற்கவும் செய்யலாம். இது ஆசிரிய மையமுறையாக இருந்தாலும் விரிவுரை முறையைவிட சிறந்ததாகும். உயிரியலில் வேரின் அழுத்தத்தைக் காணும்போது வேரின் அழுத்தமானி (Manometer) நீராவியின் போக்கைக் கணக்கிடும், போட்டோ மீட்டரைப் பயன்படுத்தும் போதும் ஆசிரியர் செய்துகாட்டலாம். புதிய கண்டுபிடிப்புக்கள், நடைமுறையில் உள்ள அறிவியல் கண்டு பிடிப்புகளைப் பற்றி விளக்கும்போதும்

கலப்பின முறைகள் கலப்பினங்களைத் தேர்ந்தெடுத்தல் போன்ற கருத்துக்களைக் கூறும்போதும் கையாளலாம்.

செய்துகாண்பிக்கும்போது அவை தகவலைக் கொண்டு சிந்தித்து விளக்கம் கூறும் வகையில் (Critical interpretation of data) இருக்கவேண்டும். எடுத்துக்காட்டாக குறிப்பிட்ட ஒரே வயதுடைய பல்வகை நாற்றுக்கள் ஒரே விதமான விதைகளைக் கொண்டு விதைத்தாலும், வேறுவகைச் சூழ்நிலை காரணமாக பல வகையான வளர்ச்சித் தோற்றம் இருந்தால்,காரணத்தைஆராய்ந்து சிந்தித்து, விவரித்து, முடிவுக்கு வருதல் போன்றவையாகும்.

சோதனையை வெற்றிகரமாகச் செய்ய சில குறிப்புகள்

செய்துகாட்டலின் நோக்கத்தை வகுப்பிற்கு தெளிவாக விளக்கி அடிக்கடி கூறவேண்டும். மாணுக்கர்களை இயன்றவரை பங்கு பெறச்செய்ய வேண்டும். நன்முறையில் தயாரிக்கப்பட்ட விஞக்களை கேட்பதின் மூலம் சிந்திக்கும் அறிவு நிலையில் பங்கேற்கச் செய்யலாம். சிலரை பணிபுரியவும் பயன்படுத்தலாம். சில உயிரியல் சோதனைக்கு நாள் கணக்கில் தேவைப்படுமானால் மாணுக்கர்களின் ஆர்வத்தைக் குன்ருமல் பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும். எடுத்துக்காட்டாக விதை முளைக்கும்போது சக்தியானது வெப்பமாக வெளியிடப்படுகிறதா? என அறிய வெப்பமானியை வைத்து விதை முளைக்கும் வரை தினமும் வெப்பநிலையை ஒரு வரைதாளில் குறித்து வரச்செய்வதும், அதே நேரத்தில் ஒப்பிட்டுப் பார்க்க வேறு ஒரு பீக்கரில் விதைகளை மட்டும் வைத்து இடையில் வெப்பமானியை முளைப்பு ஏற்படாதபோது வெப்பநிலையை கட்டுப்பாட்டு சோதனையாக (Control experiment) கவனிக்கச் செய்யலாம். விதை முளைக்கும் போது வெப்பமானியில் ஏற்படும் வெப்பமாற்றத்தை குறிக்கச் செய்து ஆர்வத்தைக் காக்கலாம்.

பரிசோதனையை நன்குக் காணக்கூடிய நிலையில் (Visibility) செய்யப்படல் வேண்டும். ஸ்டார்ச், அயோடின் பரிசோதனையை சிறிய கண்ணுடி சோதனைக் குழாயில் செய்வதைவிட கண்ணுடி பீக்கரில் செய்வது கவர்ச்சியாகவும் யாவரும் காணக்கூடியதாகவும் இருக்கும். மேற்கை எலும்பு, தோற்பட்டை எலும்புடன் பந்து கிண்ண மூட்டால் இணைந்துள்ளதை முயலுடைய எலும்பைக் கொண்டு செய்வதைவிட மனித எலும்புகொண்டு செய்வது நன்கு விளங்கும். சோதனை செய்யும்போது பின்னணியும் தெளிவை ஏற்படுத்த உதவ வேண்டும். சுண்ணும்புநீர் பால் போல் மாறும் சோதனையை செய்யும் போது சோதனைக் குழாயின் பின்னணியில்

ஆசிரியர் வெள்ளைச் சட்டை அணிந்திருப்பாரானால் மாணுக்கர்களுக்கு தெளிவாகத் தெரியாது. ஒத்திகை (rehearse) நடத்திப் பார்ப்பது மிகவும் அவசியமாகும். உயிரியல் சோதனையின்போது நன்கு முன்கூட்டியே செய்தல் வேண்டும். ஒளிச்சேர்க்கை பரிசோதனை செய்ய தாவரத்தை முன்கூட்டியே இருட்டில் வைத்திருக்க வேண்டும்.

பகுத்து ஆய்தலைச் செய்துகாட்டுதல்

உயிரியலில் உள்ளுறுப்புக்களையும், அவற்றின் அமைப்பையும், வகுப்புகளில் பகுத்துக் காட்டுதல், மிகவும் பயனுடையதாகும். ஒரு முயல் அல்லது புருவின் மூச்சுக்குழல், தொண்டை, இவைகளின் இருப்பிடத் தொடர்பை விளக்கத் தனித்தனியாக செய்யும்போது பொருட் செலவாகலாம். மீனின் செவுள்களில் (Gills) இருக்கும் சிறிய தந்துகிகளைக் காண்பது மாணுக்கர்களின் திறனுக்கு அப்பாற்பட்டதாகும். பகுத்து ஆயும் முறையின் (Dissection) நுட்பத்தை மாணுக்கர்களுக்கு விளக்க செய்துகாட்டல் மிகவும் அவசியமாகும். ஆனால் இவ்வாறு செய்துகாட்டும்போது, பார்ப்பதில் மாணுக்கர்களுக்கு சிரமம் ஏற்படலாம். பொருளின் இயற்கையான சிறிய அளவும், கிடையாகச் செய்வதும் இக்குறைக்குக் காரணமாகும். சாய்வான முறையில் ஆடியை வைத்து இக்குறையை ஓரளவுப் போக்கலாம். மாணுக்கர்களை பரிசோதனை செய்யும் பலகையைச் சுற்றி (work bench) கவனமாக இருக்கச் செய்தும், செய்யும் பலகையை தாழ்த்தியும் உதவலாம். செய்துகாட்டும் பொருள்கள் அதிகம் கிடைத்தால் இரண்டு அல்லது மூன்று பகுதிகளாகவும் சோதனையைச் செய்துகாட்டலாம். சில வேளைகளில் உயர்வகுப்பு மாணுக்கர்களையும் செய்து காண்பிக்கச் செய்யலாம். ஆயினும் எப்போதும் வினுவுதல், விவாதித்தல், போன்றவைகளை ஆசிரியர் தனது கட்டுபாட்டிற் தள் வைத்திருத்தல் அவசியம். பாடபோதனையின் போது பொருள்களை பார்வைக்கு வைப்பது, மாணுக்கர்களின் ஆர்வத்தைத் தூண்ட பெரிதும் பயன்படும். இதன் பயனுனது அதன் நோக்கத்தை தெளிவாக்குவதையும் பொறுத்துள்ளது. நன்முறையில் காட்சிக்கு வைப்பது மாணுக்கர்களின் கவனத்தை கவருவதுடன் தெளிவாகவும் பதியும். ஆனால் அவை வைக்கப்படும் காலவரையும் கவனத்தில் கொள்ளவேண்டும். நீண்ட காலம் வைக்கப்படும்போதும் அதன் மதிப்பு, கவர்ச்சி, சிறிது சிறிதாக குறைகிறது. குறிப்பிட்ட பாடம் கற்பிக்கும்போது அது சம்பந்தமான அனைத்துப் பொருள்களையும் தற்காலிகமாக பார்வைக்கு வைக்கும்போது கவர்ச்சியோடு மாணுக்கர்களின் பொருளறிவு பெரும் அள்வு அதிகரிக்க முடிகிறது. நிரந்தரமாக வைக்க வேண்டியவை இயன்ற அளவு குறைவாக இருக்கவேண்டும். அதோடு

சிலபொருள்களுக்கு எப்போதும் நிரந்தரமாகத் தேவைப்படும். பூமியின் வரலாறு பற்றிய கால அட்டவணையும் ஒவ்வொரு புவியுலகத்திலும், மேலோங்கி நின்ற பிராணி இனம் பற்றிய படமானது தேவைபடும் சமயங்களில் பார்க்கப் பயன்படும். புதை படிவங்கள், உயிரியல் அருங்காட்சியகம், போன்றவை மாணுக்கர்களுக்கு நீண்ட காலம் ஆர்வத்தை நிலைநிறுத்தும்.

விரிவுரையுடன் கூடிய செய்துகாட்டும் முறை
(Lecture Demonstration Method)

இம்முறையானது விரிவுரை முறையின் சிறப்பியல்புகளையும் செய்துகாட்டல் முறையின் சிறப்புகளையும் கொண்ட ஒரு முறையாகும். உயிரியலை உயர்நிலைப் பள்ளியில் கற்பித்தலுக்கு இம்முறை பெரிதும் பயன்படும். விரிவுரை முறையின் குறை அது ஆசிரிய மைய முறையாகும். ஆசிரியர் மட்டுமே பேசிக்கொண்டே செல்வதால் மாணுக்கர்கள் அதில் பங்கு பெருமல் ஒதுக்கப் படுகிருர்கள்.

சிறந்த கற்பித்தல் முறையானது ஆசிரியர் மாணுக்கர்களிடையே ஒருவகையான தொடர்பும் பரிமாற்றமும் இருக்க வேண்டும். மாணுக்கர்கள் ஆசிரியர் பேசுவதைத் தவிர வேருென்றும் விரிவுரை முறையில் அறிவதில்லை. ஆனுல் இந்த முறையில் விரி உரையோடு ஆசிரியர் செய்துக்காட்டும் பரிசோதனைகளையும், பல வகைத் துணைக் கருவிகளையும் காணுவதால், கேள்வி அறிவோடு காட்சி அறிவும் ஏற்படுகிறது. கற்றலுக்கான வாயிலாக உள்ள புலன்களில் கண்ணும் காதும் சிறப்பிடம் பெறுகின்றன. கற்றலின் பெரும் பகுதியானது கண் வழியாகவும், அடுத்தபடியாக செவியாலும், எஞ்சிய சிறு பகுதியே மற்ற புலன்களின் வாயிலாக நடை பெறுகின்றன. ஆசிரியர் பரிசோதனையை செய்து காட்டிக் கொண்டே விளக்கிச் செல்லுகிருர். இதில் மாணுக்கர்கள் விரிவுரை முறைப்படி இன்றி முக்கியப்பங்கு ஏற்கிருர்கள். ஆசிரியர் பரிசோதனையைச் செய்யும்போது உற்று கவனிப்பது, துணைக்கருவிகளைக் காண்பதோடு ஆசிரியர் பரிசோதனை செய்யும்போது துணை புரிவதுபோன்ற செயல்களில் பங்கேற்று கற்றலில் ஆர்வம் காட்டுகிருர்கள். மாணுக்கர்களுக்கும் கண்ணுல் காணக்கூடிய உண்மையானப் பொருளை நினைவில் வைத்துக்கொள்வதும் எளிதாகும். சில உயிரியல் பொருள்களைக் கற்பனையில் காணுமாறு பேசும்போது அவர்களுக்கு சிரமமாகும். எளிதில் கிடைக்கக்கூடிய தாவர பிராணிப் பொருள்களை வகுப்பில் கொண்டு வந்து பரிசோதனை செய்து விளக்கும்போது அவை கவர்ச்சியையும், ஆர்வத்தையும் ஏற்படுத்துகிறது. தெரியும் பொருளிலிருந்து தெரியாத பொருளுக்குச்

செல்லுதல் என்ற கருத்தை இம்முறை அடிப்படையாகக் கொண்ட தாகும். இம்முறையில் ஆசிரியர் காட்டி விளக்கும்போது கவனமாக உற்று நோக்கியும், முடிவுகளைத் தானே அறியவும் முற்படுகின்றனர். இது அவர்களுக்கு காரணம் காணும் பழக்கத்தையும் உற்று நோக்கும் திறனையும் வளர்க்கிறது. பரிசோதனைச் செய்யும்போது இடையே மாணுக்கர்கள் கவனிக்கிருர்களா? என அறிய கேள்விகள் கேட்கப்படும் போது, அவர்கள் கற்றல் பணியில் ஆர்வமும் பங்கும் பெறுகிருர்கள். இதனுல் அவர்கள் சுறுசுறுப்பாகவும், நன்கு கவனிக்கவும் செய்கிருர்கள். உயிரியலில் மாணுக்கர்களிடம் கவர்ச்சியையும், ஆர்வத்தையும் ஏற்படுத்த அதிக அளவில் செய்து காட்டிற் பரிசோதனைகளைச் செய்வது அவசியமாகும். இது மாணுக்கர்கள் எளிதில் நினைவு கூறவும் துணைச் செய்கிறது. ஆசிரியரால் நல்ல முறையில் முன்கூட்டியே திட்டமிட்டும், முன்கூட்டியே செய்துபார்த்தும் கற்பிக்கப்படுமேயாளுல் உயிரியல் கற்பித்தலில் விரிவுரையோடு இணைந்த செய்துகாட்டும் முறை மிகவும் சிறந்த முறைகளில் ஒன்ருகும். செய்து காண்பிக்கப்படும் போது தோல்வி ஏற்படுமானுல் அது மாணுக்கர்களின் ஒழுங்கையும் மனநிலையையும் பாதித்து விரும்பத்தகாத விளைவுகளை ஏற்படுத்தும். செய்து காட்டல் வெற்றிபெறுமேயானுல் அது உயிரியல் கற்பித்தலின் நோக்கத்தை அடைய வெகுவாக உதவும்.

நல்ல செய்துகாட்டலுக்கான அடிப்படை அம்சங்கள்

(1) பரிசோதனையைச் செய்து காண்பிப்பதற்கு முன்னர் அதனை நன்கு திட்டமிட்டும், முன்கூட்டியே செய்து பார்த்தும் கொள்ள வேண்டும். இது பரிசோதனையில் ஏற்படும் சிரமங்கள், கையாள வேண்டிய முன்னெச்சரிக்கைகள் ஆகியவற்றை அறிய உதவும் பாடத்தையும் இதனுல் தொடர்ச்சியாகவும், ஒழுங்காகவும், கற்பிக்கலாம். (2) பரிசோதனையை வெற்றிகரமாகச் செய்வது மிகவும் அவசியமானதாகும். செய்துகாட்டும் பரிசோதனையில் தோல்வி ஏற்பட்டால் அது மாணுக்கர்களின் உற்சாகத்தை வெகுவாக பாதிக்கும். மாணுக்கர்களின் ஆர்வமும் ஆசிரியரிடம் நம்பிக்கையும் குறைந்து படிப்படியாக பாடத்திலும் விருப்பத்தை இழக்கச் செய்யும். (3) மோசமாக செய்வதைக் காட்டிலும் ஒத்திப் போடுதல் நல்லதாகும். சில வேளைகளில் நன்கு முன்கூட்டியே திட்டமிட்டு செய்யப்படும் பரிசோதனைகளும் தோல்வி அடையலாம். அச்சமயங்களில் ஆசிரியர், மாணுக்கர்களிடமே அதையே ஒரு வினுவாக எழுப்பி, பிரச்சனையை ஏற்படுத்தி ஏன் இது சரியாக வரவில்லை அல்லது செய்யவில்லை என்று அவர்களையேக் கேட்டு 'யார் இதற்கான காரணத்தைக் கூற முடியும், நாளைக்கு மீண்டும் செய்து பார்ப்போம், சிந்தித்துக்

கூறுங்கள்.' என்று மாணாக்கர்களின் ஆர்வமும், நம்பிக்கையும், குறைவுபடாமல், அதோடு அவர்களை ஆர்வமுள்ளவர் களாகவும் செய்ய வேண்டும். இம்முறையானது மாணாக்கர்களின் உற்று நோக்கும் பயிற்சியையும், காரணம் காணும் திறனையும் ஊக்கப் படுத்தி, கருத்தை வெளியிடும் மனயெழுச்சியையும் திருப்தி அடையச் செய்கிறது. பரிசோதனைகளைச் செய்துகாட்டும் போது விரைவாகவும் செய்து முடிக்க வேண்டும். நீண்ட நேரம் எடுக்கும் போது அது மாணாக்கர்களின் ஆர்வத்தைக் குறைக்கச் செய்யக் கூடும். பரிசோதனையானது எளியதாக இருக்கவேண்டும். சிக்கலான துணைக்கருவிகளும் கவர்ச்சியைக் குறைக்கும். செய்யப்படும் பரிசோதனையானது மாணாக்கர்களின் மனதில் முதலில் ஒரு பிரச்சனையை ஏற்படுத்தும் முறையில் அமைக்க வேண்டும். பின்னர் அவர்களே சொந்த முயற்சியால் தீர்வு காணவும் வாய்ப்புகள் ஏற்படுத்த வேண்டும். இதனால் அவர்கள் உற்று நோக்குதல், விவரித்தல், ஆராய்தல், சரிபார்த்தல், மதிப்பீடு செய்தல் போன்ற அவர்களது திறமைகளைப் பயன்படுத்தும் வாய்ப்பைப் பெறுகிறார்கள். பிரச்சனைகளைத் தீர்ப்பதில் அறிவியல் முறையில் பயிற்சி பெறுகிறார்கள். ஆசிரியர் பரிசோதனைச் செய்துகாட்டும்போது மாணாக்கர்களின் ஆர்வம் குன்றாத வகையில் பல வகையான வேறு துணைக் கருவிகளையும் பயன்படுத்த வேண்டும். ஆசிரியர் செய்யப் போகும் பரிசோதனையின் நோக்கத்தைத் தெளிவாக உணர்வதோடு இதனால் உண்டாக இருக்கும் பொது கருத்து, வளர்க்க இருக்கும் மனப்பான்மையை அறிந்து அதனை அடையும் வகையில் பரிசோதனையைச் செய்ய வேண்டும். பரிசோதனையானது ஆசிரியர் மாணாக்கர்கள் இருவரும் முக்கிய பங்கு ஏற்றுச் செய்யும் முறையில் இருக்கவேண்டும். பரிசோதனைச் செய்துக்காட்டும் போது தேவைப்படும் உதவிகளுக்கு, அதாவது அடுக்கி வைத்தல், இணைத்தல், சோதனைச் செய்தல் போன்றவைகளுக்கு மாணாக்கர்களைப் பயன்படுத்தலாம். உற்று நோக்கலில் கவனம் செலுத்துகிறார்களா? என அறிய இடையில் சிறு வினாக்கள் கேட்பது செய்துகாட்டலில் முக்கிய பகுதியாகும். பரிசோதனையின் போது முக்கிய கருத்துக்களை எளிமையான, புரிந்துக் கொள்ளும் மொழியில் கூறி கரும்பலகையில் எழுதவேண்டும். பயன்படுத்த வேண்டியவைகளை இடது புறத்திலும், பயன்படுத்தியதை வலது புறத்திலும் வைக்கவேண்டும். செய்துகாட்டும் மேஜையை மாணாக்கர்களின் மேஜையை விட சற்று உயரமான நிலையில் வைத்து, செய்துகாட்டலானது எல்லா மாணாக்கர்களுக்கும் நன்கு தெரியும்படிச் செய்யவேண்டும். மாணாக்கர்கள் தானாகவே செய்து பார்க்கும் விதத்தில், செய்து காட்டலானது, அவர்களது அனுபவத்தை ஒட்டி எளிமையானதாக இருக்கவேண்டும். செய்துகாட்டலானது,

காலம், பருவநிலை ஆகியவற்றை ஒட்டியதாக இருக்கவேண்டும். குறிப்பிட்ட காலத்தில் பூக்கும், காய்க்கும், தாவரங்களைப் பயன் படுத்துவது, வெட்டுப் பூச்சி வண்ணத்துப் பூச்சி, இவை அதிகம் காணப்படும் காலம், ஆகியனவாகும், மாணுக்கர்கள் பரிசோதனை யின் போது கண்ணுற்றதை எழுதுமாறு சொல்ல வேண்டும்.

சிறந்த செய்துகாட்டலுக்கான தேவைகள்

பரிசோதனை வெற்றிபெறுதலானது பல காரணங்களைப் பொறுத் துள்ளன. அவைகளைப் பரிசோதனை துவங்கு முன்னர் ஏற்பாடு செய்தல் பெரும் பயனளிக்கும். செய்துகாட்டும் மேஜையை உடைய விரிவுரையோடு கூடிய செய்துகாட்டும் அறை மிகவும் தேவையான ஒன்ருகும். அம் மேஜையானது அனைவரும் காணும் வண்ணம் சற்று உயரமாகவும், போதுமான ஒளிவசதி செய்யப் பட்டும் அமைக்க வேண்டும். மாணுக்கர்களின் இருக்கையை சோதனையோடு கூடிய விரிவுரை அறையில் அடுக்கு முறையில் (gallery) அமைந்திருந்தால் மிகவும் நன்ருகும். செய்துகாட்டும் துணைக் கருவிகள் பெரிய அளவோடு, நன்கு வேலை செய்வதாக வும், தெளிவானவைகளாகவும் இருக்குமாறு பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும். சோதனையின் போது கருவிகள் பழுதுபட்டாலோ அல்லது உடைந்து விட்டாலோ தொடர்ந்து பரிசோதனைச் செய்ய கூடுதலாக மாற்றுக் கருவிகள் சிலவற்றை வைத்திருக்க வேண்டும். சோதனைக்குப்பயன் படுத்தும் கருவிகளை நன்கு பயன்படுத்தவும் இயக்கவும் ஆசிரியர் அறிந்திருக்க வேண்டும். பழுது ஏற்பட்டால் அதனைச் சரி செய்யவும் தெரிந்திருக்க வேண்டும். இச் சமயங்கள் ஆசிரியரின் திறமையைக் காட்ட ஒரு வாய்ப்பாகும். ஆசிரியர் பரி சோதனைச் செய்துகாட்டும் போது கொள்கைகளையும், புதிய சொற்களையும் எழுதவும், படங்களை வரையவும், சோதனை செய்யும் மேஜையின் பின் புறத்தில் ஒரு பெரிய கரும்பலகை இருத்தல் வேண் டும். மாணுக்கர்கள் பரிசோதனையின் போது கண்ணுரும் தகவல் களையும், அறிந்துக் கொள்ளும் பொருள்களையும் குறிப்பெடுத்துக் கொள்ள நேரம் அளிக்கவேண்டும். மாணுக்கர்களிடத்தில் ஆர்வத் தையும், காரணம் காணும் திறனையும் வளர்க்கும் விதத்தில் சிந்திக் கும் வகையிலான விணுக்கள் கேட்கப்படல் வேண்டும். முக்கிய தகவல்களை நன்கு விளக்கி கரும்பலகையில் எழுத வேண்டும். பரிசோதனையின் முடிவுகளை முன்னதாகவே கூருது மாணுக்கர்களை கவனமாக உற்று நோக்கச் செய்து, தாமாகவே சிந்தித்து முடிவுகளை அறிவிக்குமாறு செய்யவேண்டும். பரிசோதனைகள் சொற்பொழி வில் பரவலாக விரவி வருமாறு அமைக்கவேண்டும்.

கவனிக்க வேண்டியவை

பாட வேளையில் தேவைப்படும் எல்லா பொருள்களையும் துணைக் கருவிகளையும் முன் கூட்டியே சேகரித்து நல்ல நிலையில் உள்ளனவா ? என சரிபார்த்து அடுக்கி வைக்க வேண்டும் சோதனை செய்து கொண்டிருக்கையில் துணைக் கருவிகளைத் தேடிக் கொண்டிருப்பது மாணாக்கர்களின் கவனத்தை சிதறடித்து ஆசிரியரிடத்தில் மதிப்பில்லாமல் செய்துவிடலாம். வகுப்பறையில் பரிசோதனையை அதிக நேரம் செய்யக்கூடாது. ஒரு கருத்தை விளக்க பல சோதனைகள் இருந்தால் இயன்றவரை எளிதில் கிடைக்கும் பொருளைக் கொண்டு சிக்கலற்ற பரிசோதனைகளை மேற் கொள்ளலாம். சிறிய பொருள்களை உருபெருக்கி மூலம் காட்டுதலே சிறந்தது. பரிசோதனைகளைக் குறிப்பிட்ட பாடவேளைக் குள்ளாகவே முடியுமாறு அமைத்தல் வேண்டும். பாடவேளையின் இறுதியில் அவசர அவசரமாக சோதனைகளைச் செய்யும்போது இதனைக் காணும் மாணாக்கர்கள் செய்திகளைத் தெளிவாக அறிந்துக் கொள்வதில்லை. ஆசிரியர் சோதனையுடன் கூடிய விரிவுரையில் பாடம் கற்பிக்கையில் குறிப்பு புத்தகத்தை அடிக்கடிப் பார்த்து பாடம் கற்பிக்கக் கூடாது. பெருமளவு மனப்பாடமாகவே சொல்லப் பயிற்சி ஏற்படுத்திக் கொள்ள வேண்டும். இது ஆசிரியரிடத்தில் மாணாக்கர்களுக்கு மதிப்பை உண்டாக்கும்.

நிறைகள்

அதிக எண்ணிக்கையில் துணைக்கருவிகள் தேவை இன்மையால் பொருட் செலவைக் குறைக்கிறது. ஆசிரியரே சோதனைகளைச் செய்து காட்டி விடுவதால் காலத்தை மிச்சப்படுத்துகிறது. எனவே இது சிக்கனமான முறையாகும். குறிப்பிட்ட காலத்தில் தேவையான அளவு பரிசோதனைகளைச் செய்துகாட்ட முடியும். நேரடியாக உண்மைப் பொருளையே மாணாக்கர்கள் காண்பதால் இது உளவியல் முறையை அடிப்படையாகக் கொண்டது. சொற்பொழிவின் போது மனதாலேயே கற்பனைச் செய்வது போல் இதில் நடைபெறுவதில்லை. கற்பித்தல் – கற்றல் செயலில் மாணாக்கர்கள் முக்கிய பங்கேற்கின்றனர். இது உயிரியலின்பால் கவர்ச்சியையும் ஆர்வத்தையும் ஏற்படுத்துகிறது. மனதின் செயல்களான வியப்பூக்கம், உடமையூக்கம், உற்பத்தி யூக்கம் போன்றவை நிறைவு செய்யப்பட்டு கண்டும், கேட்டும், தொட்டும், செய்து கற்கிறார்கள் இம் முறையானது சிறப்பாக சில வேளைகளில் பயனுள்ளதாகும் மிக விலை உயர்ந்த துணைக் கருவிகளையும் எளிதில் உடையும் தன்மை உடைய துணைக்கருவிகளையும் கையாளும் போது இதனை மாணாக்கர்களிடம் கொடுக்காமல் ஆசிரியரே செய்து காட்டலாம்.

மற்றும் சிக்கலும் சிரமமும் உள்ள பரிசோதனைகளையும், அபாயம் நிறைந்த பரிசோதனைகளையும், தொழில் நுட்பமும், தனிப்பட்ட பயிற்சியும் தேவைப்படும் பரிசோதனைகளையும் செய்யும்போது இம் முறை மிகவும் பயனுள்ளதாகும். சில வேளைகளில் ஒரே நேரத்தில் பல பரிசோதனைகளைச் செய்துக் காட்டி அவற்றுள் தொடர்பை ஏற் படுத்தி ஒரு குறிப்பிட்ட கருத்தை விளக்க நேரிடும்போது இம்முறை பெரிதும் பயனுள்ளதாகும். குறிப்பிட்ட கொள்கையை விரைவில் மீள் பார்வை செய்வதற்கும், இயற்கைப் பாடத்தில் கவர்ச்சி யூட்ட வும், பயன்படுத்தலாம். இம் முறையில் உரையாடலுக்கு வாய்ப்பு உள்ளதால், மாணுக்கர்கள் தெரியாதனவற்றை உடனுக்குடன் கேட்டுத் தெரிந்துக்கொள்ள முடிகிறது. ஆசிரியரும் மாணுக்கர்கள் தன்னைப் பின்பற்றுகிறார்களா ? என சொற்பொழிவின் போதும், பரிசோதனையின் போதும் கேட்டுத் தெரிந்துக்கொள்ள முடிகிறது. இம் முறையில் மாணுக்கர்களின் கவர்ச்சியைத் தூண்ட, படங்கள், நழுவங்கள், மாதிரிப் பொருள்கள், திரைப்படங்கள் போன்றவை களைப் பயன்படுத்த வாய்ப்பு உள்ளது. தனியாள் பரிசோதனை முறையில் ஒரே விதத் துணைக்கருவி ஒவ்வொரு மாணுக்கர்களுக் கும் ஒவ்வொன்றுத் தேவைப்படும். ஆனுல் விரிவிரையுடன் கூடிய செய்துகாட்டும் முறையில் ஒவ்வொரு வகையிலும் ஒரு துணைக் கருவி இருந்தால் போதுமானது. உயிரியல் பாடசம்மந்தமான உண்மைகளை பரிசோதனையின் மூலம் நேரே காண்பதால் பாடப் பொருளின் ஒவ்வொரு தகவலும் மாணுக்கர்களின் மனதில் நன்கு பதிகிறது.

குறைகள்

'செய்து கற்றல் என்ற கற்றல் விதியானது இதில் இடம் பெற வில்லை. மாணுக்கர்கள் நேரடியாகச் செய்து அனுபவம் பெற வாய்ப் பில்லை. ஆசிரியர் செய்துகாட்டுவதை அவர்கள் பார்த்துக் கொண்டும் சொல்வதைக் கேட்டுக் கொண்டும் இருக்கிறார்கள்.

நடைமுறை யோசனைகள்

உயர்நிலைப் பள்ளியில் உயிரியல் பாடம் கற்பித்தலுக்கு இது சிறந்த முறையாகும். ஆசிரியர் மாணுக்கர்களையும் செய்து காட்டும்படி ஊக்குவிக்கலாம். தனி மாணுக்கரோ அன்றி சிலர் சேர்ந்த குழுவாகவோ செய்யச் சொல்லலாம். ஆசிரியர் செய்து காட்டும் போது அவருக்கு உதவி செய்தல், பொருள்களைக் கொணர்தல், துணைக்கருவிகளை எடுத்துக் கொடுத்தும், பொருத்தி யும் உதவுதல் போன்றவைகளில் ஈடுபடச் செய்யலாம். இவ் வகையில் 'செய்து கற்றல்' இல்லையென்ற குறைபாடும் நீக்கப்படும் போது உயிரியல் கற்பித்தலில் இது சிறந்த முறையாகும். சில பரி

சோதனைகளை மாணுக்கர்களே திட்டமிட்டும், தயாரித்தும், முதலில் செய்து பார்த்தும் செய்யச் சொல்லலாம். மீத்திறன் கொண்ட மாணுக்கர்களும், சாதாரண மாணுக்கர்களும் கொண்ட வகுப்பிற்கு இது சிறந்தது. ஜீரண மண்டலம், கழிவு மண்டலம், இரத்த ஓட்டம், சுவாச மண்டலம் போன்ற பாடங்களை, தவளை, புரு, முயல் போன்ற பிராணிகளை ஆசிரியரே அரிந்து காட்டி உள்ளுறுப்பு களை நன்ருக விளக்கலாம். இவ்வாறு செய்து காட்டி விளக்கும் போது, மேஜையைச் சுற்றி மாணுக்கர்கள் கும்பலாகக் கூடாமல் பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும். இதனுல் மாணுக்கர்கள் குறும்பு செய்வதோடு வகுப்பு ஒழுக்கமும் கெட வாய்ப்பு ஏற்படும்.

தானே கண்டறியும் முறை
(Heuristic Method)

அறிவியல் என்பது சொற்பொழிவு முறையில் மட்டுமே கற் பிக்கக் கூடிய ஒரு பாடமல்ல. இதனைக் கற்பிக்க 'செய்து கற்றலே' சிறந்த வழியாகும். பார்வை, கேள்வி, தொட்டறிதல் போன்ற புலனுணர்ச்சிகளைப் பயன்படுத்தி கற்பித்தலே சிறந்த பயன் விளை விப்பதாகும். எனவே இவ்வாறு கற்பித்தலானது ஆரம்ப காலத்தில் முழுவதும் ஒதுக்கப்பட்டிருந்ததால் பத்தொன்பதாம் நூற்றுண்டின் பிற்பகுதியில் அறிவியல் அறிஞர்கள் இதனைப்பற்றி சிந்திக்க முற் பட்டனர். அவர்களில் இலண்டனைச் சேர்ந்த வேதியில் பேராசிரி யர் ஹென்றி எட்வர்ட் ஆம்ஸ்ட்ராங்கு என்பவர் தானே கண்டறி யும் முறையை உருவாக்கினுர். அவர் வேதியல் ஆய்வு செய்ய ஜெர்மன் நாடு சென்றிருந்த போது அங்கு கண்ட அந்நாட்டு அறிவியல் போதனு முறையானது அவரை மிகவும் கவர்ந்தது. பேராசிரியர் மெய்ல்கில் ஜான் (Meilkel John) என்பவரது அறிவி யல் போதித்தல்' என்ற கட்டுரை அவரது சிந்தனையை கிளறியது. பரிசோதனையின் வழியாக தானே கண்டறியம் முறையானது உருவாகியது. தனது பணிமுடிந்து இங்கிலாந்து திரும்பியதும் அறிவியல் கற்பித்தலின்கண் உள்ள தனது அதிருப்தியை பெரும் அளவில் வெளியிட்டார். வகுப்பறையில் விரிவுரையின் வாயிலாக பரிசோதனை சம்பந்தமான விளக்கங்களைக் கூறும் போது, மாணுக்கர் கள் கேட்பதால் பயன் விளைவதில்லை, மனத்தால் காணும் காட்சி களும் விரைவிலேயே மறைந்து விடுகின்றன என்ருர்.

இம் முறையின் அடிப்படைக் கொள்கை மாணவன் பரிசோதனை மற்றும் உற்று நோக்கலின் வாயிலாக தான் கற்கும் அத்தனையும் கண்டுபிடிக்க வேண்டும் என்பதாகும். அறிவியல் கருத்துக்களை

ஆசிரியரே கூறுவதற்குப் பதிலாக மாணுக்கர்கள் தாங்களே சுய மாக பரிசோதனை செய்வதற்கான செயல்களை ஏற்படுத்தி அதன் வழியாக அறிவியல் முறையில் பயிற்சி பெற வேண்டும். மாணுக்கர் களே விஞ்ஞானியின் நிலையிலிருந்து அவர்களது பரிசோதனை, மற்றும் முயற்சியின் விளைவால் விஞ்ஞான தத்துவங்களைக் கண்டறிய வேண்டும். "மாணுக்கர்களை இயன்ற அளவு விஞ்ஞானி யின் மனப்பான்மையில் வைத்து கற்பிக்கும் முறையே தானே கண்டறியும் முறையாகும்." (Heuristic method is a method of teaching, which envolves our placing the students as far as possible in the attitude of a discoverer. prop. Amstrong.) இம்முறையானது மாணுக்கர்களை அவர்களே உற்று நோக்கி, காரணம் காணும் திறனை ஊக்குவிக்கவும் அவர்களாகவே செய்து சிந்திக்கத் தூண்டவும், பிறரைச் சாராமல் தானே உதவி புரிந்துக் கொள்வதை வளர்க்கவும் செய்கிறது. உண்மையான ஆராய்வு ஊக்கத்தை வளர்த்து சுயமாக கற்றலை ஊக்குவிக்கிறது. இம் முறையில் ஆசிரியர் எந்தக் கருத்தையும் நேரடியாக, மாணுக்கர் களுக்குச் சிந்திக்கும் வாய்ப்போ, அறிந்து கொள்ளவேண்டும் என் ஆர்வம் அற்ற நிலையிலோ கூறுவதில்லை. இது அறிவியல் சிந்தனைக் கானப் பயிற்சியை அளிக்கும் முறையாகும். மேலும் இக் கண்டறி யும் முறையின் அடிப்படையானது தகுந்த பிரச்சனைகளை மாணுக்கர்களுக்கு அளித்து, மிகவும் அவசியமானபோது மட்டும் வழிகாட்டி, அவர்கள் தங்கள் சொந்த முயற்சியாலேயே பிரச்சனை களைத் தீர்த்து உண்மைகளைக் கண்டறியச் செய்ய வேண்டும் என்ப தாகும். அறிவியல் முறையில் சிந்திக்க மாணுக்கர்களுக்குப் பயிற்சி அளிக்க இது சிறந்த முறையாகும். நிகழ்ச்சிகளை உற்று நோக்கி கவனிக்கவும், அவற்றுக்கு காரணம் காண முயல்வதும், அதனைச் சரி பார்த்தலும் போன்ற அறிவியல் மனப்பான்மையை வளர்க்க உதவு கிறது. இதனுல் பிற்கால வாழ்க்கையில் ஏற்படும் பல்வேறு பிரச்சனைகளை, எதிர்த்துப் போராடி, அவைகளுக்குத் தீர்வுகாண மாணுக்கர்களுக்கு பயிற்சி ஏற்படுகிறது.

செயல்படுத்தும் முறை

இதில் கையாளப்படும் முறை மிக எளிதாகும். ஒவ்வொரு மாணுக்கருக்கும், பிரச்சனைக் குறித்து ஒரு செய்முறை குறிப்பு அடங்கிய தாள் வழங்கப்படும். அதனைப் பின்பற்றி அவர்கள் பரிசோதனைச் செய்தல், அல்லது தகவல்களை உற்று நோக்கி சேக ரித்தல் ஆகியவற்றைச் செய்ய வேண்டும். உற்று நோக்கலில் கண்ட வற்றை தனது கையேட்டில் குறித்துக் கொள்ளவேண்டும். அவர்களது உற்று நோக்கலிலிருந்து காரணம் காணுதலுக்குப் பயிற்சி அளிக்கப்படுகிறது. மாணுக்கர்கள் தகவலைப் பல்வேறு

வழிகளில் சேகரிக்கிறார்கள். தன் உடன் பயிலும் மாணாக்கர்களிடம் எவ்விதமான தடையும் இன்றி பழகுகிறார்கள். ஆசிரியர்களிடமும் ஓரளவு தகவலைப் பெறுகிறார்கள். இதில் சில கருத்து வேறுபாடு உண்டு. ஆசிரியரிடம் எவ்விதமான தகவலும் பெறாமல், மாணாக்கர்களே தேவையானவை அனைத்தையும் குறிப்பைக் கொண்டே செய்யவேண்டும் என்பாரும் உளர். ஆனால் இது மாணாக்கர்களிடம் அதிகம் எதிர்பார்ப்பதாகும். மாணாக்கர்களுக்குத் தேவைப்படும்போது உதவ ஆசிரியர் அருகில் இருக்கவேண்டும். ஆயினும் மாணாக்கர்கள் தாங்களே ஊகித்து அறியச் செய்யவேண்டும். இயன்ற அளவு அதிகமான வினாக்கள் உற்று நோக்கலில் இருந்து எழ அனுமதித்தும், அதே நேரத்தில், பிரச்சனைக் குறித்து மேலும் நன்கு அறிய ஆவலைத் தூண்டும் வகையில் ஆசிரியரும் சில வினாக்களைக் கேட்கலாம். இவற்றால் அவர்களது உற்றுநோக்கும் திறன், பரிசோதனைச் செய்யும் முறை, காரணம் காணுதல் போன்றவை நன்கு வளர்கின்றன. இதனால் ஒரு குறிப்பிட்ட செயல் சம்பந்தமான பிரச்சனையை எவ்வாறு அணுகுவது, மற்றும் தகவலைச் சேகரித்தல், அதற்கு விளக்கம் காணல், முடிவுகளை அறிதல் போன்றவைகளை அறிகிறார்கள்.

ஆசிரியரின் பங்கு

மாணாக்கர்களுக்கு கண்டுபிடிப்புக்காண, பிரச்சனைகளைக் கொடுக்கும்போது அவர்களது வயது, திறமை, ஆர்வம், கவர்ச்சி இவற்றைக் கருத்தில் கொள்ளவேண்டும். மாணாக்கர்கள் பரிசோதனைச் செய்யும்போது தேவையான மேற்கோள்களைக் கொடுக்கும் அளவிற்கு பொருளறிவு பெற்றவராக இருக்கவேண்டும். மாணாக்கர்களை விஞ்ஞானி நிலையில் வைத்து தானே கண்டுபிடித்து அறியும் மனநிலை வளரவேண்டுமானால் அவர்களை வழிகாட்டிச் செல்லும் ஆசிரியரும் தானே கண்டறியும் ஆவலும், ஆர்வமும், அறிவியல் கண்டுபிடிப்பு மனப்பான்மையும் கொண்டிருக்க வேண்டும். ஒரு கருத்தை மாணாக்கர்கள் நன்கு அறிந்து கொண்டார்களா? இல்லையா? என்பதை அறிய வினாக்கள் கேட்டல் சிறந்த முறையாகும். அவர்கள் செய்கிற பரிசோதனையின் முக்கிய கருத்தைப் பற்றி உணரவும் இது பயன்படும். மாணாக்கர்கள் சோதனை செய்து அறியும்போது ஆசிரியர், ஒரு வழி காட்டியாகவும், நண்பனைப்போல் உடனிருந்து உதவவேண்டும். ஆய்வகத்தில் ஒரு சுதந்திர சூழ்நிலையை உண்டாக்கி மாணாக்கர்கள் தாராளமாக தங்கள் கருத்தை வெளியிடவும் அறிவு வளர்ச்சி ஏற்படுத்தவும் செய்யவேண்டும்.

நிறைகள்

மாணாக்கர்களிடம் தானாகவே சிந்திக்கும் திறன் வளர்கிறது. அவர்கள் தனியாகவும், தாமாகவும் செயல்படுவதால், தானே

தொடங்கி செய்யும், தன்முனைப்பு ஆற்றல் போன்ற பண்பு வளர்கிறது. இம்முறையில் மாணுக்கர்கள் எல்லா விபரங்களையும் பொறுமையாக பரிசோதித்தல், எதையும் கூர்ந்து கவனித்தல், பரிசோதனைகளைச் சுத்தமாகவும், திருத்தமாகவும், பொறுப்புடனும் செய்தல் போன்ற பழக்கங்கள் வளர்கின்றன. விஞ்ஞானியின் நிலையில் இம்முறையில் மாணுக்கர்கள் பரிசோதனை செய்வதால் விஞ்ஞானிகளிடம் காணப்படும் பல நற்பண்புகளான பொறுமையாகத் தீர்மானித்தல், உற்றுநோக்கலில் கண்ட உண்மைகளை, ஆதாரமாகக்கொண்டு காரணம் காணுதல், தான் கருதியதைச் சரிபார்த்தல், சரி என்று கண்டவற்றை உண்மை தத்துவங்களாக நிலைநாட்டல் போன்றவை வளர இது உதவுகிறது. இதில் வகுப்பறை கட்டுப்பாடுகள் இன்றி மாணுக்கர்கள் தம் திறமைக்கு ஏற்ப செயலில் ஈடுபடுகிருர்கள்; கற்கிருர்கள். அவர்களது வேலையும் விளையாட்டு முறையில் அமைகிறது. இது மாணுக்கர்களிடையே அறிவியல் மனப்பான்மையையும், திறனுயும் மனப்பான்மையையும் வளர்க்கிறது. முயன்று தவறி கற்கும் முறையால் (Trail and error method) முக்கியமான முடிவுக்கு வருதல், உண்மையை அறிதல் போன்றவைகளைக் கற்கிறுர்கள், பரிசோதனைகளைத் தாங்களே செய்வதால் தன்நம்பிக்கை, தன்னையே சார்ந்திருத்தல், மன உறுதி போன்ற பண்புகள் வளர்கின்றன. ஆசிரியரும் மாணுக்கர்களைத் தனித்தனியே கவனிக்க முடிவதால் ஆசிரியர், மாணுக்கர் உறவு வலுபெறுகிறது. கடினமாக உழைத்தல், சிரமம் பாராது உழைத்தல் போன்ற பழக்கம் ஏற்படுகிறது. கற்றலானது நேரடி அனுபவத்தின் வாயிலாகவும், தானே முயன்று கற்பதாலும், கற்றவை நீண்டகாலம் நினைவில் நிலைத்து இருக்கிறது. தானே கண்டறியும் முறையால் அறிவைப் பெறுவதால் அறிவியல் முறையில் பயிற்சி ஏற்படுகிறது. மாணுக்கர்களை வாழ்க்கைக்குத் தயார் செய்கிறது. எதிர்கால வாழ்வில் உண்டாகும் எவ்விதமான வாழ்க்கைப் பிரச்சனைகளையும் அறிவியல் முறையில் எளிதில் தீர்க்கப் பயன்படுகிறது. மாணுக்கர்கள் செய்ய வேண்டியவை அனைத்தும் பள்ளியிலேயே செய்து விடுகின்றனர். வீட்டு வேலை என்பது கிடையாது. இம்முறையானது செய்து கற்றல் என்ற உளவியல் கோட்பாட்டை அடிப்படையாகக் கொண்டு அமைக்கப்பட்டுள்ளது.

குறைகள்

மிகுந்த திறமையுள்ள ஆசிரியரே இம்முறையைப் பயனுள்ள வகையில் கையாளமுடியும். ஒவ்வொரு வகைத் துணைக் கருவியும் தேவையான அளவு இருக்கும் படியான பரிசோதனைச் சாலை பள்ளியில் இருத்தல் அவசியம். இத்தகைய ஒரு பரிசோதனைச் சாலை இல்லாவிடில் இம்முறையை சரிவர பயன்படுத்த முடியாது.

தனித்திறன் வாய்ந்தவர்களுக்கும் சராசரி அறிவுடையவர்களுக்குமே இம்முறை ஏற்றதாகும். பொதுவாக மாணுக்கர்களிடமிருந்து மிக அதிகமான அளவில் எதிர்பார்ப்பதாகும். மாணுக்கர்கள் தாங்களாகவே எல்லாவற்றையும் கண்டு பிடிப்பார்கள் என்று எதிர்பார்க்க முடியாது. அவர்களது அனுபவ அறிவும், சிந்திக்கும் திறனும் இளம் வயதில் குறைந்தே காணப்படும். சிறிதளவு பிற்போக்கானவர்களுக்கு இம்முறை சிறந்ததன்று. கால அட்டவணையை வைத்து கொண்டு இம்முறையைக் கையாள முடியாது. சில பிரச்சனைகளுக்குத் தீர்வு காண சில வேளைகளில் சில மணி நேரமும், சிலவற்றிற்கு சில நாட்களும் ஆகலாம். இம்முறையால் பாடங்களைக் கற்றுக் கொள்ள மாணுக்கர்களுக்கு அதிக காலம் தேவைப்படுகிறது. பாடத் திட்டத்தில் சில பகுதிகளை இம்முறைப்படி நடத்துவதற்கு முடியாமல் இடைஇடையே சில பாடங்களை விட்டு விட்டு செல்லவேண்டிருக்கும். ஒவ்வொருவரையும் ஆசிரியர் நன்கு கவனிக்க வேண்டியிருப்பதால் வகுப்பில் மாணுக்கர்களின் எண்ணிக்கை சுமார் இருபது அளவில் இருக்கவேண்டும். எல்லாத் தகவல்களையும் மாணுக்கர்களே கண்டுபிடித்து அறிய வேண்டுமென இம்முறை கருதுவதால் இதில் 'முன்ஞேர்களின் அனுபவத்தைப் பகிர்ந்து கொள்ளல்'. என்ற கல்வி நோக்கம் இடம்பெறவில்லை. முன்பே பலரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட விபரங்களை மீண்டும் மீண்டும் கண்டுபிடித்துக் கொண்டு இருக்கச் செய்வதால் காலம் வீணுகிறது. சில வேளைகளில் குறிப்பிட்ட பாட அறிவைப் பெறுவதற்காக அவர்களது தகுதிக்கும் மேற்பட்ட பரிசோதனைகளையும் செய்ய வேண்டிய நிலை ஏற்படும். இம்முறைக்கு ஏற்றவாறு பாடநூல்கள் இன்மையால் ஆசிரியருக்கு மேலும் அதிக வேலை பளு ஏற்படுகிறது. இம்முறையில் மாணுக்கர்களை மதிப்பீடு செய்தல் மிகவும் கடினமாகும். இதற்குத் தனித்திறமை வேண்டும்.

இம்முறையில் மாணுக்கர்கள் அவர்களது பரிசோதனையின் உற்று நோக்கலிலிருந்து தனது முடிவு அல்லது அனுமானத்தை (Inference) கூறவேண்டும். ஆனுல் பெரும்பாலான சமயங்களில் இது காலம் எடுத்துக் கொள்ளும் செயலோடு, மாணுக்கர்கள் சிறப்பான அறிவைப் பெறுவதில்லை. எனவே இம்முறையானது பலவித கடுமையான விமர்சனத்திற்கு ஆளாகியது. எடுத்துக்காட்டாக E. W. வெஸ்ட்வே (E. W. West Way) போன்றவர்கள், இம்முறையானது கண்டுபிடித்தல் முறைக்கான பயிற்சி அளித்தலை முதன்மையாகவும், பாடப் பொருள் அறிவு பெறுதல் என்பது இரண்டாவது நிலையாகவும் உள்ளது எனக் கூறலாயினர். ஆரம்ப நிலையில் சில பாடங்களில் பாடப் பொருள் அறிவதில் உள்ள ஆர்வம் தொடர்ந்து உதவி இன்மையால் மாணுக்கர்கள் ஆர்வத்தை இழப்பர். விரு

ஞானிகள் பலகாலம் உழைத்து கண்டறிந்த அறிவியல் கருத்துக் களை பள்ளி சிறுவர்கள் தங்கள் பள்ளி வேளையில் கண்டுபிடிப்பது என்பது கடினமான ஒன்றாகும். இதனால் கால செலவும், கற்கும் வாய்ப்பும் குறைகிறது. மாணவர்களுக்கு பாடத்தின் நோக்கம் முன்னரே கூறப்படாததால் அவர்கள் தாங்களாகவே கண்டு பிடிக்க முனையும்போது காலம் செலவாகி இம்முறை மெல்ல செல்லு கிறது. ஆசிரியர் சில நிமிடங்களில் கூறும் கருத்தை, மாணவர் கள் பலமணி நேரத்திற்கு மேலாக கண்டுபிடிக்க வேண்டி யும் ஏற்படலாம். சிறந்த அறிவியல் கண்டுபிடிப்புகள், மிகவும் அமைதியான முறையில் பல அறிஞர்களின் கூட்டு முயற்சியின் விளைவாகக் கண்டுபிடிக்கப் பட்டனவாகும். அவைத் தனிப்பட்ட ஒருவரின் ஆராய்ச்சியின் முடிவல்ல. ஆய்வகத்தில் மாணவர் கள் புரியும் பரிசோதனைகளை மட்டும் கையாண்டு அவர்களிடம் நிரந்தரமாக கருத்துக்களைப் பதியவைக்க முடியாது. அவைத் தொடர்புடனும் இருத்தல் முடியாது. இவ்வாறு தொடர்பற்று இருக் கும் அறிவு இடைவெளியைச் சொல்லும் முறையாலேயே நிரப்ப வேண்டும். பள்ளி பாடவேலைத் திட்டத்தில் தானே கண்டறியும் முறையை பயன்படுத்துவது மிகவும் கடினமாகும். இதில் சில குறை பாடுகள் இருப்பினும் அவைகளை நீக்கி வேண்டிய வகையில் சிறிது மாற்றம் செய்து மேற்கொள்ளலாம்.

நடைமுறைப் பயன்கள்

1. பிரச்சனையை ஏற்படுத்தி கற்பித்தல் :

கற்பித்தலை பிரச்சனை முறையில் போதிக்கலாம். முதன் முதலாக கண்டுபிடித்த அறிவியல் அறிஞனுக்கு பல விதமான பிரச்சனைகளை எதிர்நோக்க வேண்டியிருக்கும். ஆனால் ஆசிரியர் மாணவர்களுக்கு தகுந்த வினாக்களை எழுப்பி, குறிப்பிட்ட பிரச் சனையை ஆராயுமாறு கொண்டு செலுத்தலாம். எடுத்துக்காட்டாக காற்றினால் விதை பரவுதல், பூச்சிகளினால் மகரந்த சேர்க்கை போன்ற பாடங்களைக் கற்பிக்கும் போது, இன்று சிலவகைப் பூக்களை சேகரித்து அவைகளில் எவற்றின் மூலமாக மகரந்த சேர்க்கை நிகழ் கிறது எனக்காண்போம்' போன்றவாறு பிரச்சனையை அடிப்படை யாகக்கொண்ட வினாவைக்கூறி அவர்களையே கண்டுபிடிக்க கூறலாம்.

2. மாணவர்கள் பாடத்தின் நோக்கத்தை அதில் பங்கு பெறு வதற்கு முன்னர் நன்கு அறிந்திருக்க வேண்டும். ஒரு பிரச்சனையை எடுத்துக்கொள்ளும்போது அதன் நோக்கத்தை ஆசிரியர் தெளி வாக விளக்க வேண்டும். ஆனால் ஆசிரியர் தான் முன்கூட்டியே

பாடத்தையும், படிகளையும் பொதுவிதிக்கான விவாதங்களையும் தயாரித்து விடுவதால், தனக்கு தெளிவாக இருப்பது போலவே, மாணுக்கர்களுக்கும் தெளிவாக இருக்கும் என தவருன முறையில் கருதி நோக்கத்தைத் தெளிவாக கூருமல் விட்டுவிடுதல் கூடாது.

3. இயன்றவரை ஆசிரியரே சொல்லுதல் முறையைத் தவிர்க்க வேண்டும். சரியான முறையில் உற்றுநோக்குதல் அதன்வழியாகவே தகவல்களைச் சேகரித்து, தாஞகவே கண்டுபிடித்தல் போன்றவைகளை வகுப்பில் ஊக்குவிக்க வேண்டும். வகுப்பில் மாணுக்கர்கள் சோதனை செய்ய தொடங்கு முன்னர் அவர்களுக்கு சோதனைக்கான துணைக்கருவிகள் அவைகளை சரியான முறையில் பயன்படுத்தும் முறை, பொதுவாக ஏற்படக்கூடிய தவறுகள் போன்றவைகளை வாய்மொழியாக கலந்துரையாடல் (Oral discussion) செய்யுமாறு ஏற்படுத்தி தேவையான விபரங்களை மாணுக்கர்களிடமிருந்தே வரவழைக்கலாம்.

4. ஆசிரியர் மாணுக்கர்களிடையே உள்ள வேலைத் தொடர்பு சரியான முறையில் அமையவேண்டும். ஆசிரியர் மிகவும் அதிகமாக உதவுவதோ அல்லது முழுவதும் ஒதுங்கி இருத்தலோ கூடாது. ஆசிரியர் மாணுக்கர்களிடையே நிலையான தொடர்பு அவசியம். பரிசோதனை முடிவுகளை ஆசிரியர் கூறி அதை மாணுக்கர்கள் ஏற்றுக் கொள்வதைத் தவிர்த்து தாங்களே முடிவுகளைக் காணுமாறு அமைக்கவேண்டும். மாணுக்கர்களும் தங்களுக்குத் தேவையாவைகளைத் தாங்களே கண்டு பிடித்ததாக ஒரு வகைத் திருப்தியும், மகிழ்ச்சியும் அப்போது பெறுவார்கள்.

இம்முறையானது அறிவியலுக்கு அவசியமான தாமே கண்டறியும் அறிவியல் பயிற்சியைக் கொண்டிருத்தலால் சில குறைபாடுகள் இருப்பினும் இதனை பயன்படுத்தலாம். ஆசிரியர் பள்ளி உயிரியல் பாடத்தில் இயன்ற வரை மாணுக்கர்களே கண்டுபிடித்து அறியும் வாய்ப்பினை நல்க வேண்டும். எடுத்துக்காட்டாக, வண்ணத்துப் பூச்சி, கொசு, தவளை இவற்றின் வாழ்க்கை வரலாற்றை கற்பிக்கையில் பயன்படுத்தலாம். பிராணிகளையும் தாவரங்களையும் இனம் கண்டு பிடித்தல் (Identification) அவரைப் பூவின் அமைப்பை ஒத்த வேறு தாவரங்களைக் கண்டு அறிதல், ஒரே குடும்பத்தைச் சார்ந்த தாவரங்களை அறிதல், பலவகையான இலை நரம்பு அமைப்பு பலவகை இலை அடுக்கு, பலவகையான பழங்களின் உள்ளமைப்பு, விதை முளைத்தலுக்குத் தேவையான மூல ஏதுக்கள், ஒளி சேர்க்கைக்கு அவசியமான பொருள்கள், தாவரங்களின் அசைவுகள் போன்றவைகளை, தாங்களாகவே கண்டறியும் முறையில்

அமைத்து மாணுக்கர்களை புதிய கண்டுபிடிப்புக்காரர்களாக உண்டாக்கலாம்.

தனிநபர் ஆய்வக முறை

(Individual Laboratory method)

விரிவுரையுடன் கூடிய செய்துகாட்டும் முறையில் ஆசிரியரே பரிசோதனையைச் செய்கிருர். ஆனல் தனியாள் ஆய்வகமுறையில் மாணுக்கர்கள் தனித்தனியாக ஆய்வகத்தில் பரிசோதனைச் செய்கின்றனர். அதாவது இம் முறையில் கற்பிக்கும் பொழுது ஆசிரியரின் மேற்பார்வையில் மாணுக்கர்கள் பரிசோதனையை தாமாகவே செய்கிருர்கள். ஓர் ஆண்டில் மாணுக்கர்கள் செய்து முடிக்க வேண்டிய பரிசோதனைகள் திட்டமிட்டு அவற்றை அவ்வாண்டுக்குள் மாணுக்கர்கள் செய்து முடிக்கின்றனர். அறிவியல் கற்பிக்க இது சிறந்த முறையாகும். இம் முறையில் ஒவ்வொரு மாணுக்கர்களிடமும், பரிசோதனைகள் செய்யும்போது, கையாள வேண்டிய விதிகளையும், முறைகளையும் கொண்ட ஒரு கையேடு இருக்கும். மாணுக்கர்கள் அதனைப் படித்து தமக்குரிய பரிசோதனையை அவர்களது இடங்களில் இருந்துக் கொண்டு செய்வார்கள். ஆசிரியர் கூடவே இருந்து தேவையான போது உதவியும் மேற்பார்வையும் இடுவார். ஆய்வகத்தில் மாணுக்கர்கள் துணைக் கருவிகளையும், பொருள்களையும் கையாண்டு முதல் நிலை அனுபவம் பெறுகின்றனர். இங்கு உண்மையான அறிவியல் முறையில் கற்பித்தல் நடைபெறுகிறது.

கையாளும் முறை

மாணுக்கர்கள் பரிசோதனைச் சாலையில், பரிசோதனையைச் செய்வதற்கு முன்னர், வகுப்பில் குறிப்பிட்ட பரிசோதனை சம்பந்தமான பாடத்தை நடத்துதல் வேண்டும். பரிசோதனை செய்ய வேண்டிய முறைகளையும், உற்று நோக்க வேண்டியவைகளையும் கூறலாம். பரிசோதனைகளைச் செய்த பின்னர், அதற்குத் தொடர்பான கொள்கைகளையும், தத்துவங்களையும், மாணுக்கர்களின் கருதுகோளின்படி வகுப்பில் ஆராய்ந்து, உண்மைத் தத்துவங்களை உணரச் செய்ய வேண்டும்.

பரிசோதனை சம்பந்தமான முன்னுரையை மட்டும் கூறி விட்டு, பரிசோதனையைச் செய்த பின்னர், அடுத்த பாடவேளையில் அதன் தத்துவங்களை விளக்கவும் செய்யலாம். இது சிறந்த முறையாகும்.

ஆய்வக பணிக்கு ஏற்பாடு செய்யும் போது சில குறிப்புகளை ஆசிரியர் நினைவில் கொள்ளுதல் வேண்டும். அவைகளாவன : பரிசோதனையாக செய்ய வேண்டியவைகளை முன்னதாகவே திட்டமிடுதல் வேண்டும். மாணுக்கர்கள் ஆய்வகத்திற்குள் வந்ததும் காலம் வீணுகாமல், பரிசோதனையைத் தொடங்கும் வகையில், தேவையானத் துணைக் கருவிகள், பொருள்களைத் தயாராக அவர்களது இடத்தின் முன்னர் வைக்கவேண்டும். மாணுக்கர்கள் பரிசோதனைச் செய்ய வேண்டிய விதிகளையும், முறைகளையும் பற்றிய குறிப்பானது செய்முறைக் குறிப்பு அட்டையிலோ, அல்லது ஆய்வக கரும்பலகையிலோ விரிவாகக் கொடுக்கப்படல் வேண்டும். மாணுக்கர்கள் ஆய்வகத்தில் பரிசோதனை செய்வதை இருவகைத் திட்டங்களாகக் கையாளலாம். எல்லா மாணுக்கர்களும் ஒரே வேளையில் தனித்தனியாக ஒரே பரிசோதனையைச் செய்யுமாறு திட்டம் அமைக்கலாம். இதனைச் சீர் முன்னணித் திட்டம் (even front system) என அழைக்கப்படுகிறது. இதனுல் அனுபவத்திறன் ஏற்படுகிறது. உற்று நோக்கும் ஆற்றலும் வளர்கிறது. எளிய முறையில் குறைந்த விலைக்கு கிடைக்கக் கூடிய துணைக் கருவிகள் பயன்படும் பரிசோதனையை இவ்வாறு அமைக்கலாம். உயிரியலில் பல பரிசோதனைகளை இம் முறையில் அமைக்கலாம். எல்லோரும் ஒரே சமயத்தில் ஒரே பரிசோதனையைச் செய்வதால் ஆசிரியரின் மேற்பார்வை வேலையும் எளிதாகும். வெவ்வேறு சோதனைகளை ஒரே சமயத்தில் செய்தல் மற்ருெரு திட்டமாகும். ஒவ்வொருவரும் தனித்தனியாகவோ அன்றி ஒருவர் அல்லது இருவருடன் கூட்டாக இணைந்து கொண்டு ஒவ்வொரு சோதனையாக செய்வார்கள். இவ்வாறு மாணுக்கர்கள் பல தொகுதிகளாகப் பிரிந்து ஒவ்வொரு தொகுதிக்கும் ஒரு பரிசோதனையாக பல தொகுதியினர் வெவ்வேறு சோதனைகளில் ஈடுபடுவார்கள். இம் முறையை தொகுதி சுழற்சித் திட்டம் (Group rotation system) எனப்படும். இதற்கு அதிக துணைக்கருவிகள் வாங்கத் தேவையில்லை.

ஆய்வகத்தில் பரிசோதனை அமைக்கும்போது பொதுவாக சராசரி மாணுக்கர்களுக்கு போதுமான வேலை இருக்கும் அளவிற்கு பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும். மீத்திறன் கொண்ட மாணுக்கர்கள் முன்னரே செய்து முடித்து விட்டால் மேலும் போதிய வேலை கொடுத்தல் வேண்டும். மந்த மாணவர்களுக்கு கூடுதலாக சிறிது நேரம் கொடுத்து பரிசோதனையை முடிக்கச் செய்யவேண்டும்.

பரிசோதனை செய்யும்போது மாணுக்கர்களே இயன்றவரை ஆசிரியரின் உதவியின்றி தாஞகச் செய்ய முயற்சியைத் தூண்ட வேண்டும். பரிசோதனையைச் சுத்தமாகச் செய்தல், துல்லியமாகச்

செய்தல் நன்கு வற்புறுத்த வேண்டும். பரிசோதனையின் முடிவு களைப் போல், செய்முறையும் முக்கியம் வாய்ந்தது என்பதனையும் அவர்களை அறியச் செய்ய வேண்டும். பரிசோதனை செய்யும் இடம் இரைச்சல் போன்ற எவ்விதமான இடையூறும் இன்றி அமைதியான சூழ் நிலையில் இருத்தல் அவசியமாகும். பரிசோதனைகள் முடிந்த பின்னர் துணைக் கருவிகளைச் சுத்தம் செய்வது, உரிய இடத்தில் அதனை வைப்பது போன்ற பழக்கங்களை ஏற்படுத்த வேண்டும். இது மாணுக்கர்களிடம் பொறுப்புணர்ச்சியை ஏற்படுத்தச்செய்யும்.

நிறைகள்

இது மாணுக்கர் மைய முறையாகும். மாணுக்கர்கள் தங்கள் விருப்பம் போல் துணைக்கருவிகளையும், பொருள்களையும் தொட்டு அறியவும், கையாளவும் நிறைய வாய்ப்புகள் உள்ளன. அவர்கள் தங்கள் கைகளைப் பயன்படுத்தி பரிசோதனைச் செய்து, பொருள் களுடன் தொடர்பு கொண்டு, அறிவு பெறுகிருர்கள். இவ்வாறு பெறும் அறிவு என்றும் நிலைத்திருக்கக் கூடிய ஒன்ருகும். அறிவு பெறுவதுடன், கருவிகளை நன்முறையில் கையாளும் திறனும் செயல் திறமையும் மாணுக்கர்கள் பெறுகிருர்கள். பாடநூல்களில் கூறப்பட்டுள்ள செய்திகள் பரிசோதனைகளால் உறுதிப் படுகின்றன. பாடநூலில் கூறப்பட்டுள்ள எடுத்துக்காட்டுகளுடன் தாம் வாழும் சூழ் நிலையில் உள்ள ஒரு சிலவற்றைச் சோதித்தறியும் வாய்ப்பினையும் பெறுகின்றனர். உண்மையை உற்று நோக்கியறிதலும், ஆராய்தலும், கருதுகோள்களை அமைத்தலும், அதனைச் சோதித்தலும், விதி காணுதலும் ஆகியவை அடங்கியது அறிவியல் முறை என்பதனை அறிகின்றனர். அறிவியல் முறை பயிற்சியோடு, அறிவியல் மனப்பான்மை வளரவும் வாய்ப்பு உள்ளது.

குறைகள்

இம் முறையில் சில குறைகளும் காணப்படுகின்றன. இம் முறையை மேற்கொள்வதால் பள்ளிக்கு பெரும் செலவு ஏற்படும். தேவையான துணைக் கருவிகள் வாங்க அதிகப்பணம் தேவைப்படும். பாடத் திட்டம் முழுமையும் இம் முறையின் மூலம் கற்பித்தல் என்பது இயலாது. ஒவ்வொரு மாணுக்கனும் பரிசோதனை செய்து செய்திகளை அறிந்து கொள்வதால் கால செலவு அதிகமாகும். எல்லா பரிசோதனைகளும் மாணுக்கர்கள் செய்யக் கூடிய நிலையில் இருக்கும் எனக் கூறவும் முடியாது. ஆசிரியரின் மேற்பார்வை சரியான முறையில் நடைபெற இல்லையாயின் மாணுக்கர்களுக்கு தாம் செய்யும் பரிசோதனையில் ஆர்வம் குன்றும், பாட நிலையில்

பிற்போக்கான மாணவர்கள், மீத்திறன் கொண்ட மாணவர்களின் முடிவைப்பார்த்து எழுதும் வாய்ப்பு ஏற்படுகிறது. ஒவ்வொரு தடவையும் ஆசிரியரின் காலமும், ஆற்றலும், துணைக் கருவிகளையும் பிற பொருள்களையும் சரிபார்ப்பதில் கழிக்கப்படுகிறது. இம் முறையில் உண்மையாகவே, பிரச்சனைகள் தீர்க்கப்படுவதில்லை. படம் வரைதலுக்கு முக்கியத்துவம் தரப்படுகிறது. நல்ல முறையில் உற்று நோக்குதலுக்கு வழி ஏற்படுவதில்லை எனவும் கூறப்படுகிறது. பரிசோதனைகள் அறிவியல் உண்மைகளைச் சரிபார்க்கும் பரிசோதனைகளாகவே அமைவதால் பெரும் கவர்ச்சியோ, வியப்போ ஏற்படுவதில்லை. மாணாக்கர்கள் விருப்பமான பரிசோதனையைச் செய்ய இடமில்லாமல் ஆசிரியர் குறிக்கும் பரிசோதனைகளையே செய்துமுடிக்க வேண்டியுள்ளது. மாணாக்கர்கள் பரிசோதனை செய்வதற்கான குறிப்பு அட்டையை குருட்டுத்தனமாக பயன்படுத்துவதால், பரிசோதனை, எதிர்பார்த்த கல்விப்பயனைத் தரும் எனக் கூறமுடியாது. இக்குறிப்பு அட்டையில் பரிசோதனையின் நோக்கம், செய்முறைகள், முடிவில் எழக்கூடிய கருத்துக்கள் ஆகியன குறிக்கப்பட்டிருக்கும்.

நடைமுறை யோசனைகள்

இம் முறையில் சில, குறைகளாகத் தோன்றினாலும் அறிவியல் கற்பித்தலில் சில மாற்றங்களைக் கையாண்டு பயன்படுத்தலாம். பிற முறைகளுடன் சேர்த்து இம்முறையைக் கையாண்டால் நல்ல பயனைக் காணலாம். பாடநூலில் கூறப்பட்டுள்ளவாறே பரிசோதனைகளைச் செய்ய வேண்டுமென்பதில்லை. சிலவற்றை ஆசிரியர் மாற்றியும் செய்யக் கூறலாம். சோதனையின் நோக்கத்தைத் தெளிவாக விளக்குதல் வேண்டும். சோதனையின் முடிவுகளைப் போலவே செய்யும் முறையும் முக்கியமானது என்பதனை உணரச் செய்யவேண்டும். சோதனைக் கருவிகளை முதன்முதலாக மாணாக்கர்கள் கையாளும் வாய்ப்பு நேரிடும்போது ஆசிரியர் அவற்றை எவ்வாறு பயன்படுத்த வேண்டும் என்பது பற்றிய முழு விபரங்களையும் தெளிவாக விளக்கவேண்டும். மாணாக்கர்கள் செய்த பரிசோதனைப் பற்றிய விபரங்களையும், கண்ட முடிவுகளையும் எழுதிய பதிவேட்டினைத் தெளிவாக ஆராய்ந்து அவற்றிலுள்ள குறைகளை உடனுக்குடன் நீக்குதல் வேண்டும்.

குழுவேலை முறை

(Group work method)

இம் முறையில் வகுப்பில் உள்ள மாணாக்கர்கள், நான்கு முதல் எட்டு பேர்களைக் கொண்ட பல சிறுசிறுக் குழுக்களாகப் பிரிக்கப்

படுவார்கள். ஒவ்வொரு குழுவிற்கும் ஒரு குழுத்தலைவரை அக்குழு மாணுக்கர்கள் தேர்ந்தெடுப்பார்கள். குழுத்தலைவரின் வேலையானது குழுவிற்கு ஒப்படைக்கப்பட்ட பணி நன்முறையில் முடிக்கப் படுவதைக் கவனித்தலாகும். மேலும் குழு உறுப்பினர்கள் அனை வரும் முழுப்பணியில் ஈடுபடுகிருர்களா ? என்பதையும் செய்யப் பட்ட வேலையில் அனைவரின் பங்கு உள்ளதா ? என்பதைக் கவனித்தலாகும். ஒவ்வொரு குழுவிற்கும் தனித்தனி பரிசோதனை கள் அல்லது செயல் திட்டங்கள் கொடுக்கப்படும். இறுதியில் ஒவ்வொரு குழுவும் அவர்களது குழுவிற்கான செயலின் முடிவை குறிப்பிட்ட காலத்தில் விவாதித்து தனது குழு முடிவை அளிக்கும். பின்னர் தனித்தனியாகக் குழுவின் முடிவை விவாதித்த பின்னர் குழுவின் கருத்தை குழுத்தலைவர் வகுப்பு முழுவதற்கும் தெரிவிப் பார். இவ்வாறு குழுவேலையின் வாயிலாக பிரச்சனைத்தீர்க்கும் முறை, செயல்திட்ட முறை, வெளிப் பயணம் போன்றவைகளில் சிறந்த கற்றல் அனுபவத்தை (Learning Experience) உண்டாக்க முடியும். அறிவியல் சம்பந்தமான செயல்களை மாணுக்கர்கள் தனி யாக செய்வதையும் ஊக்குவிக்க வேண்டும். ஆனுல் அதே நேரத்தில் குழுக்களுடன் சேர்ந்து பணிசெய்யும் பயிற்சியும் ஊக்கு வித்தல் மிகவும் முக்கிய மானதாகும். குழு வேலை முறையானது அறிவியல் சம்பந்தமான பொதுப் பிரச்சனைகளுக்கு தீர்வு காண்பதற்கும் அறிவியல் மனப்பான்மை, அறிவியல் தகவல்கள், திறன்கள் போன்றவற்றைப் பெறவும் தன் உடன் பயிலும் மாணுக் கர்களுடன் எவ்வாறு சேர்ந்து பணிபுரிவது என்பதை அறியவும் பெரிதும் உதவுகிறது.

உயிரியல் பாடம் கற்பித்தலில் குழுவேலை முறையை பெரிதும் பயன்படுத்த சிறந்த வாய்ப்புகள் பல உண்டு. உயிரியல் பாட சம்பந்தமான பல பரிசோதனைகளை மாணவக்குழுக்களிடம் கொடுத்து இறுதியில் ஒவ்வொரு குழுவும், பரிசோதனை செய்த முறை, விளைவு, புரிந்துக்கொண்ட அறிவியல் கருத்துக்களை வகுப்பு முழுவதற்கும் எடுத்துக்கூறுமாறுச் செய்யலாம். எடுத்துக்காட்டாக ஒரு குழு விடம் தரைமேல் விதை முளைத்தல் (epigeal germination) தரைகீழ் விதை முளைத்தல் (hypogeal germination) போன்ற பரிசோதனைகளை அவரை, கடலை, விதைகளைக் கொண்டு, விதை முளைத்தல் பரி சோதனையைச் செய்யச் சொல்லலாம். மற்ருெரு குழுவிடம் விதை முளைத்தலுக்கு, ஈரம், சரியான வெப்பம், காற்று அவசியம் என்பதை விதைகளைக் கொண்டு பரிசோதனைச் செய்யச் சொல்லலாம். விதை முளைத்தலின் ஒவ்வொரு நிலையிலும் படம் வரைந்துப், படச்சுருள் தயாரித்தும் விளக்கலாம். குழுக்களுக்கு வேறாக ஓர் விதை இலைத்தாவரம்; இருவிதை இலைத்தாவரம் இவைகளின் இலை,

தண்டு, வேர் இவைகளின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றங்களைத் தயாரிக்கச் செய்து, நுண்பெருக்காடியில் காணச் செய்தும், படம் வரைந்து வகுப்பு முழுவதற்கும் விளக்கச் செய்யலாம். ஒவ்வொரு குழுவிற்கும் வகுப்பு பாடத் திட்டத்தை ஒட்டி சில தாவரக் குடும்பத்தின் சிறப்பு இயல்புகளைக் குறிப்பிட்ட குடும்பத்தைச் சார்ந்த தாவரத்தை ஆராய்ந்து தயாரிக்கச் செய்யலாம்.

இவற்றோடன்றி வாய்மொழிச் செயலாகவும், சில குழுமுறைகளை உயிரியல் கற்பித்தலில் ஆசிரியர் பயன்படுத்தலாம், குழு கலந்துரையாடலும் (group discussion) அவற்றுள் ஒன்றாகும். மாணாக்கர்களைக் குழுக்களாகப் பிரித்து, குறிப்பிட்டத் தலைப்பைக் கொடுத்து விவாதிக்கச் செய்யலாம்.

இதில் ஆசிரியர் மாணாக்கர்களுக்கு கலந்து உரையாடலுக்கான பிரச்சனைகளைக் கொடுத்து சிந்திப்பதற்கானக் கருத்துக்களைச் சுட்டிக் காட்டியும், வழிகாட்டியும், மாணாக்கர்களின் கலந்துரையாடலின் போது வழிவிலகாமல் ஒழுங்குபடுத்தியும் பின்னணியாக இருந்து உதவுவார். இம் முறையானது கருத்துக்களைத் தெளிவுபடுத்துவதோடு, சிந்திக்கவும், கருத்தை வெளியிடவும் தூண்டுகிறது. ஆசிரியர் வகுப்பறையில் சொற்பொழிவின் நடுவில் மாணாக்கர்களைச் சில கருத்துக்களை விவாதிக்கவும் செய்யலாம். இத்தகைய சொற்பொழிவு கலந்துரையாடலில் (Lecture Discussion) சொற்பொழிவு கலந்துரையாடல் ஆகிய இருபயனும் இணைந்துள்ளது. பங்கேற்றல் (Role playing) என்பதும் குழு முறையில் ஒரு வகையாகும். இது திடீரென முன்பயிற்சியும், முன்னறிவிப்பும் இன்றி தேர்ந்தெடுத்த சில மாணாக்கர்களுக்கு ஒரு பிரச்சனையை அந்த இடத்தில் கூறி குழுக்களுக்கு முன்னர் பேச வைப்பதாகும். இது கவர்ச்சியையும், சிந்திக்கும் ஆற்றலையும், பொருள் விளக்கம் கூறும் திறனும், கலந்துரையாடலுக்கான சில பொது அடிப்படை பயிற்சியையும் ஏற்படுத்துகிறது.

பிற்கால அறிவியல் அறிஞர்களை உருவாக்கும் பணியில் குழு வேலை மிகவும் முக்கியமானதாகும். அறிவியல் ஆராய்ச்சியானது பெரும்பாலும் தனி ஆராய்ச்சியை விட, குழுவாகவே இருந்துள்ளதைக் காணலாம். குறிப்பிட்ட பொருள் சம்பந்தமாக சிறப்பு திறமையும், தகுதியும் பெற்றவர்களை ஒன்று கூட்டி, சில சிக்கலான பிரச்சனைகளுக்குத் தீர்வு காணுதல் இதனையே வற்புறுத்துகிறது.

ஆனால் இவ்வகைக்குழு வேலையில் சில அபாயங்களும் உண்டு என்பதை அறிந்து அறிவியல் ஆசிரியர் முன்னெச்சரிக்கையுடன்

அணுகவேண்டும். குழு சமூக ஆதிக்கத்தாலும் (groups social influence) சமூக அதிகாரத்தாலும் (Social power) தனிப்பட்ட முறையில் மாணுக்கர்கள் பிரச்சனையை நன்கு அறிந்து கொள்ளாது, தவருன முடிவுகளைக்கூட, கூறும் வாய்ப்பும் உண்டாகலாம். எனவே, ஆசிரியர் ஒவ்வொரு குழுவிலும் உள்ள மாணுக்கர்களிடம் அவர்களது பணியும், பங்கும், செயலின் இறுதி வெற்றிக்கு எவ்வாறு உதவுகிறது; அவசியமானது, என்பதை விளக்கி ஊக்கமாக பணியாற்றவும், அதே போல் ஒவ்வொரு குழுவும் பணியாற்றவும் செய்ய வேண்டும்.

இம்முறையில் மாணுக்கர்கள் அனைவரும் பங்குபெற வாய்ப்பும், பல குழுத் தலைவர்களுக்கு தலைமை பொறுப்பிற்கான வாய்ப்பும் ஏற்படுத்துகிறது.

ஒப்படை முறைகள்-
(Assignment Method)

பரிசோதனையோடு கூடிய அறிவியலைப் போதிப்பதற்கு ஒப்படை முறை மிகவும் சிறந்த முறையாகும். ஏனெனில் இது விரிவுரையுடன் கூடிய செய்துகாட்டும் முறை, தனியாள் ஆய்வக முறை ஆகியவற்றின் சிறப்புக்களைக் கொண்ட ஒரு முறையாகும். ஒப்படைகளானது மாணுக்கர்களின் வயது, கவர்ச்சி, தேவை, நுண்ணறிவு ஆகியவற்றைக் கருத்தில் கொண்டு தயாரிக்கப்பட்டால் உயர்நிலைப் பள்ளியில் அறிவியல் கற்பித்தலுக்கு ஏற்ற முறையாகும். அறிவியல் கற்பித்தலில் சிறந்த முறையானது அறிவியல் பாடம் போதித்தலும், செய்து பார்த்தலும் இணைந்தே செல்லவேண்டும் என்பதாகும். ஒப்படையில் இது சாத்தியமாகும்.

செய்முறை

பாடத் திட்டம் முழுவதையும், தொடர்புடைய, பல பகுதிகளாக ஒரு வாரத்தில் முடிக்கும் அளவில் பிரிக்கப்படும். இவ்வாறு பிரிக்கப்பட்ட ஒவ்வொரு பகுதியும் ஒரு ஒப்படையாகும். இவ் ஒப்படைகளை வீட்டு வேலை ஒப்படைகள், பள்ளி ஒப்படைகள் என இருவகையாகப் பிரிக்கலாம். வீட்டு ஒப்படை என்பது (Home Assignment) ஆசிரியர் ஒப்படைப் பற்றிய விஞக்களுக்கு விடை எழுதுவது இதன்கண் அடங்கும். பாடப்பொருள் குறித்து, பலவகையான மேற்கோள் நூல்களை ஆசிரியர் கூறுவார். மாணுக்கர்களும் ஆசிரியர் குறிப்பிடும் பாடநூல், மற்ற ஏனைய நூல்களை நன்கு படித்து ஒப்படை சம்பந்தமான முக்கிய கருத்துக்களை அறிவார்கள். ஒப்

படை சம்பந்தமாக ஆசிரியர் கொடுக்கும் வினக்களுக்கு ஏற்றவிடைகளை எழுதி பள்ளியில் ஆசிரியரிடம் அந்த ஏடுகளைக் கொடுப்பார்கள். ஆசிரியர் அவ்விடைகளைச் சரிபார்த்து குறைகள் இருந்தால் சுட்டிக்காண்பிப்பார். மாணக்கர்களின் விடையானது எதிர்பார்க்கும் அளவிற்கு இல்லையெனில், மீண்டும் பல நூல்களை மேற்கோள் நூலாக குறிப்பிட்டு அதனைப்படித்து விடை எழுதும்படி கூறுவார்.

பள்ளி ஒப்படையானது (School Assignm nt) குறிப்பிட்ட ஒப்படை சப்பந்தமாக ஆசிரியர் கொடுக்கும் சில வினக்களுக்கு பதில் எழுதுவதும் ஆய்வகத்தில் பரிசோதனை செய்வதுமாகும். பொதுவாக ஆறு பாடவேளையில் இரண்டு, ஆசிரியர் மாணக்கர்களுக்குச் செய்துகாட்டவும், நான்கு வேளையில் ஆய்வகத்தில் மாணக்கர்கள் தாங்களாகவே பரிசோதனைச் செய்ய ஒதுக்கப்படும். மாணக்கர்களுக்கு கடினமானது எனக்கருதும் பரிசோதனைகளையும், அபாயகரமானது, விலையுயர்ந்த துணைக் கருவிகளைக் கொண்டு செய்யப்படவேண்டியது, கையாள்வதற்கு தொழில்நுட்பமானது மற்றும் சில கொள்கைகள், மெய்ம்மைகளை விளக்க வேண்டியவை போன்றவைகளை ஆசிரியரே செய்து காண்பிக்கலாம். எளியதும், செய்யக் கூடியதுமானவற்றை மாணக்கர்களுக்கு ஒதுக்கப்படுகிறது.

ஒவ்வொரு ஒப்படையும் இரு பகுதிகளைக் கொண்டது. 1. ஆயத்தப் பகுதி 2. ஆய்வகப்பகுதி. ஆயத்தப் பகுதியில் குறிப்பிட்ட தலைப்பிற்கான பாடத்தை மாணக்கர்கள் நன்குக முழுவதும் புரிந்து கொண்டார்களா? என அறிவதற்கெனத் தயாரிக்கப் பட்டுள்ளள வினக்களுக்கு, அதற்கான பாடப் புத்தகத்தை நன்குகப் படித்து விடையளிக்க வேண்டும். பாடத்தலைப்பு சம்பந்தமான வேறு பாட நூல்களையும் பயன்படுத்தலாம்.

ஆய்வகப் பகுதியில் மாணக்கர்கள் ஆசிரியர்களை வழிகாட்டும்யாகக்கொண்டு ஆய்வக வேலையை ஒப்படையில் குறிக்கப்பட்டுள்ள, விரிவான அறிவுரைப்படிச் செய்வார்கள். மாணக்கர்கள், செய்முறை வேலைக்குச் செல்லுமுன்னர் அவர்கள் செய்வதற்காக அறிவுரைத்தாள் (Instruction Sheet) வழங்கப்படும். அதன்படி குறிப்பிட்டபாடப்பொருளை அந்த பாடப் புத்தகத்தில் நன்குகப்படித்து ஒப்படை அட்டையில் உள்ள வினக்களுக்கு அவர்களது பதிவேட்டில் விடைகளை எழுதவேண்டும். இப்பதிவேட்டில் இடதுகை புறத்தில் ஆயத்த பகுதியும், வலதுகை புறத்தில் ஆய்வகப் பணியும் பதிவு செய்யப்படும். இவ்வாறு பதிவு செய்வது ஏனைய முறைகளின்றும் மாறுபட்டதாகும். பரிசோதனை செய்வதற்கு முதல்நாள் அந்த

பதிவேட்டை அவர்கள் ஆசிரியரிடம் கொடுப்பார்கள். ஆசிரியர் அவைகளை ஆராய்ந்து சரிபார்த்து, குறைகளைச் சுட்டி காண்பிப்பார். மாணுக்கர்கள் பரிசோதனையைத் தொடங்குவதற்கு முன்னர் ஆசிரியர் முன்னிலையில் மீண்டும் அவைகளைச் சரிசெய்வார்கள். எந்த மாணுக்கரின் ஆயத்த பகுதிப் பணி திருப்திகரமாக முடிக்கப்பட்டுள்ளதோ அவர்களே பரிசோதனை பணிக்கு அனுப்பப்படுவார்கள்.

முன்னேற்றப் பதிவேடு (Progress record)

ஒப்படை முறையைப் பின்பற்றும் மாணுக்கர்களுக்கு ஒரு முன்னேற்ற அட்டையானது வைக்கப்படும். இதில் அவர்களின் முன்னேற்றம், செய்து முடித்த வேலைபற்றிய பதிவு ஆகியவை இருக்கும். இதைப் பார்த்தே மாணுக்கர்களின் தரத்தைக் கண்டறியலாம். பின் தங்கிய நிலையில் உள்ள மாணுக்கர்களுக்கு தக்க உதவி செய்து விரைந்து முடிக்கச் செய்யவும், மீத்திறன் கொண்ட மாணுக்கர்களுக்கு மேலும் தேவையான வேலை படிக்க நூல்களும் வழங்கப்படும். இது மாணுக்கர்களின் நிலையை நன்கு அறிய உதவுகிறது.

ஒப்படையின் நோக்கங்கள்

மாணுக்கர்களுக்கு கொடுக்கப்படும் ஒப்படைகள் அறிவியல் கற்பித்தலின் நோக்கங்களை அடைவதற்குத் துணைசெய்வதாக இருக்கவேண்டும். மாணுக்கர்களிடையே அறிவியல் மனப்பான்மை வளரவும், அறிவியல் முறையில் பயிற்சியும் அளிக்க வேண்டும். அறிவியலைத் தொடர்ந்து படிக்கும் வகையில் கவர்ச்சியை ஏற்படுத்த வழிவகைகள் இருக்கவேண்டும். மாணுக்கர்கள் அறிவியல் மெய்ம்மைகளை கண்டு பிடிக்கவும் அதனை பொருத்தமான கொள்கைகள், தத்துவங்களுடன் இணைக்கவும் உதவவேண்டும்.

ஒப்படைக்குத் திட்டமிடுதல்

1. இம்முறையின் வெற்றியானது நன்கு அமைக்கப்பட்ட ஒப்படைகளைப் பொருத்துள்ளது. குறிப்பிட்ட வகுப்பின் கால அளவு, பாடத் திட்டத்தை மனதில் கொண்டு ஒப்படைகளின் எண்ணிக்கையை நிர்ணயம் செய்யவேண்டும். பாடத் திட்டம் முழுவதையும் இயன்ற அளவு பல பகுதிகளாக உரிய காலத்திற்குள் முடிக்கும் வகையில் பிரிக்க வேண்டும். ஆண்டிற்கான மொத்த வேலை நாட்களைக் கருத்தில் கொண்டு கணக்கிடல் வேண்டும்.

2. பாடப் புத்தகத்தை நன்முறையில் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். மாணுக்கர்களின் நிலைக்கு மிகவும் கடினமாக இருந்தால் ஆயத்த

பகுதி வினாக்களுக்கு அவர்களால் சரியாக விடை அளிக்க முடியாது. எனவே இம் முறையின் வெற்றிக்கு பாட நூல்களும் ஒரு காரண மாகும்.

3. ஒப்படை சம்பந்தமாக மாணாக்கர்கள் படிக்க சில நூல்களை ஆசிரியர் பரிந்துரைச் செய்யும்போது அந்நூல்கள் மாணாக்கர்களுக்கு விளங்கக் கூடியதாக இருக்கவேண்டும். குறிப்பிட்ட பக்கத்தை யும், பகுதியையும் குறிப்பிடுவதோடு அதில் உள்ள முக்கிய கருத் தையும் கவனிக்கச் செய்யவேண்டும். இது அவர்களது நேரத்தை மிச்சப்படுத்தும். இல்லாவிடில், பயனற்றவைகளைத் தேடி தங்கள் காலத்தை வீணாக்குவார்கள். இவ்வகையில் அவர்களது உற்சாகத் தையும் கெடாமல் பாதுகாக்கலாம். கடின வார்த்தைகளை விளக்கி யும், முக்கிய தத்துவங்கள், எச்சரிக்கைகள், படங்களையும் மாணாக் கர்களின் கவனத்திற்குக் கொண்டு வரவேண்டும். பாடநூலைத் தவிர, தொடர்புடைய மேற்கோள் நூலாக நூல் நிலைய நூல்கள், இதழ்களையும் படிக்கச் செய்யவேண்டும்.

4. ஆசிரியர் ஒப்படைகளைத் தேர்ந்தெடுக்கும்போது மாணாக் கர்களின் வயது, நுண்ணறிவு, விருப்பம், திறமை, போன்றவற்றைக் கருத்தில் கொள்ளவேண்டும். ஒப்படைகளை இம்முறையில் தேர்ந் தெடுக்காவிடில் அதன் முழுநோக்கமே கெட்டு விடும்.

5. ஒப்படைக்கு வினாக்கள் தயாரிக்கும் போது ஒப்படையின் நோக்கத்தைத் திறமையான முறையில் வரவழைப்பதாக இருக்க வேண்டும். அவை தெளிவாகவும், சுருக்கமாகவும், திட்டவட்ட மாகவும், விளங்கக்கூடிய மொழியிலும் எழுதப்படல் வேண்டும். ஒப்படைகள் சம்பந்தமாக மாணாக்கர்களின் அடைதிறனைச் சோதித் தறிய ஒரு வினாப்பட்டியலை வைத்திருக்க வேண்டும். கேட்கப்படும் வினாக்கள், பாடத் திட்டம் முழுவதும் தழுவியதாகவும், குறுகிய விடை களைக் கொண்டும் இருக்கவேண்டும். அவை பாடப் பொருளின் திரண்ட கருத்தை அறிந்து கொள்ளும் வகையிலும், படம் வரைய வும், துணைக் கருவிகளைப் பயன் படுத்த பழகும் விதத்திலும் இருக்க வேண்டும்.

6. பரிசோதனைப் பற்றிய விரிவான அறிவுரைகள் ஒப்படையில் இருக்கவேண்டும்.

7. வகுப்பறை ஒப்படைக்கானக் குறிப்பு அட்டையில் பரி சோதனைக்குப் பயன்படுத்தும் துணைக்கருவிகளைப் பற்றிய விரிவான தகவலும், பரிசோதனைக்கான முன் எச்சரிக்கைகள், பயன்படுத்த வேண்டிய முறைகள், உற்று நோக்கி அறிய வேண்டியவை, முடிவு

களைப் பதிவுசெய்தல் போன்றவைகளோடு ஆசிரியர் முக்கியமெனக் கருதும் வேறுசில அறிவுரைகளும் கொடுக்கப்படலாம். திட்டமிடும் முன்னர், கைவசமுள்ள துணைக்கருவிகள், பொருள்களையும் கவனத்தில் கொள்ள வேண்டும்.

8. புத்தகத்தில் காணப்படும் படங்களில் உள்ள முக்கிய கருத்துக்கள் குறிக்கப்படல் வேண்டும். படமானது ஆசிரியர் எதிர்பார்க்கும் நிலைக்கு இல்லையெனில் அவரே சொந்தமாக படம் வரைய வேண்டும்.

நல்ல ஒப்படைக்கான சிறப்பு அம்சங்கள்

ஒப்படைகள் வகுப்பறையில் நடைபெற்றுக் கொண்டிருக்கும் பாடத் தலைப்பை ஒட்டியதாக இருக்கவேண்டும்; தனித்து இருக்கக் கூடாது. மாணுக்கர்கள் எதை கண்டுபிடிக்கத் தேவைப்படுகிறது, எவற்றையெல்லாம் உற்று நோக்கி அறிய வேண்டும், எந்த முறையைக் கையாளவேண்டும் என்பவை மிகவும் சுருக்கமாகவும், தெளிவாகவும், திட்டவட்டமாகவும் குறிப்பிடவேண்டும். நோக்கமானது தெளிவாக இருக்கவேண்டும். அதனை அடைவதையே குறிக்கோளாகவும் கொண்டிருக்க வேண்டும். சிறந்த ஒப்படையானது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட பல குறிக்கோள்களைக் கொண்டிருக்க வேண்டும். எடுத்துக்காட்டாக வளர்ச்சி மானிபோன்ற துணைக்கருவிகளை சொந்தமாகச் செய்யும் போது, அறிவியல் கருத்துக்கள், கொள்கைகளுடன் கைத்திறன் பயிற்சியும் ஏற்படுகிறது. ஒப்படைகள் சூழ்நிலைக்கு ஏற்ப அமைத்துக் கொள்ளக் கூடியதாகவும், மாற்றிக் கொள்ளக் கூடியதாகவும் இருக்கவேண்டும். அது திறனாய்வு முறையில் சிந்தனையை வளர்ப்பதாகவும் சுதந்திரமான சூழ்நிலையில் தாங்களாகவே பொருளைக்கண்டு பிடிக்குமாறும் இருக்கவேண்டும். மாணுக்கர்களின் வியப்பூக்கத்திற்கு உகந்த வகையிலும், சிந்தனை கிளறுவதாகவும், அறைகூவல் விடுவதாகவும் இருக்கவேண்டும். வழக்கமாகக் கொடுக்கும் ஒப்படைகளை அடிக்கடி கொடுக்கக் கூடாது. இவற்றில் மாணுக்கர்களுக்கு கவர்ச்சி இருக்காது. பல்வேறு வகையான ஒப்படைகள் வகுப்பில் உள்ள பல வகையான மாணுக்கர்களுக்குக் கொடுக்க வேண்டும். அப்போது மாணுக்கர்களின் வயது, நுண்ணறிவு, ஆர்வம், கவர்ச்சி, திறமை ஆகியவற்றிற்கு ஒத்துவருமாறு கவனித்துக் கொள்ளவேண்டும்.

நிறைகள்

1. இம்முறையில் மாணுக்கர்கள் தங்கள் வேகத்தில் பணி புரியலாம். மீத்திறன் கொண்ட மாணுக்கர்களின் வேகம் மந்த மாணுக்கர்

களால் தடைபடுவதோ, அன்றி மந்த மாணுக்கர்களை இழுத்துச் செல்வதோ இல்லை.

2. இம்முறையானது செய்துகற்றல் என்ற கற்றல் கோட்பாட்டை அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ளது. எனவே மாணுக்கர்கள் ஆய்வகத்தில் பணிபுரிய போதிய வாய்ப்பு அளிக்கப்படுகிறது.

3. இம்முறையானது சிக்கனமானது. ஏனெனில் குறிப்பிட்ட துணைக் கருவியானது ஒரே நேரத்தில் அனைவருக்கும் தேவைப் படாது. மாணுக்கர்களின் விருப்பத்திற்கும் முன்னேற்றத்திற்கும் ஏற்ப பலவிதமான ஒப்படைகள் ஒதுக்கப்படுகின்றன.

4. மாணுக்கர்கள் பாடநூலோடு கூடுதலாக பல நூல்களைக் கற்கும் பழக்கம் ஏற்படுகிறது. தேவையான தகவல்களை எவ்வாறு மேற்கோள் நூலிலிருந்து பெருவது என்பதை அறிகிருர்கள். இதனுல் தன்னையே நம்பி இருத்தல், தன்னை அறிதல், தாணுக விளக்குவது போன்ற பண்புகள் வளர்கின்றன.

5. ஆசிரியர் ஒரு வழிகாட்டியாக இருப்பதோடு, மாணுக்கர்களின் பணியில் குறுக்கிடுவதில்லை. அவர்கள் பணிபுரிகையில் ஒவ்வொருவரிடமும் சென்று சரியாக செய்கிருர்களா? என கவனிக்கிருர். தேவையானபோது மட்டும் உதவுகிருர். ஒவ்வொரு மாணுக்கரையும் தனிக்கவனம் செலுத்த வாய்ப்பு இருப்பதால் ஆசிரியர் மாணுக்கர் உறவு வளர்கிறது.

6. கடினமான பரிசோதனையையும், அபாயகரமானது, கையாள்வதற்குத் தனித்திறமை தேவை எனக்கருதும் பரிசோதனைகளையும் ஆசிரியர் செய்துகாட்ட வாய்ப்பு உள்ளது. அதே நேரத்தில் மாணுக்கர்கள் பரிசோதனையைத் தங்கள் கைகளால் செய்வது வற்புறுத்தப் படுகிறது.

7. இம் முறையானது அறிவியல் மனப்பான்மையையும் அறிவியல் முறைப்பயிற்சியும் ஏற்பட உதவுகிறது.

8. முன்னேற்ற அட்டையானது திறன்மிகு மாணுக்கர்கள் சாதாரண மாணுக்கர்கள், யார் என்பதனையும், அவர்களை புரிந்து கொள்ளவும் ஒப்படைகளைப் பார்த்த உடனே விரைவில் கண்டு கொள்ள உதவுகிறது.

9. மாணுக்கர்கள் தங்களுக்குத் தானே உதவிக் கொள்ளுகிருர்கள். இது உடலுழைப்பின் உயர்வை அவர்களுக்கு உணர்த்துகிறது.

10. வேலைச் சுமையானது அவர்களிடமே இருப்பதால் இம்முறையானது அவர்களுக்கு பொறுப்பை உணர்த்துகிறது.

குறைகள்

இம்முறையானது செயல்பட சிறந்த நூல்நிலையமும், போதுமான துணைக் கருவிகளையும் கொண்ட ஆய்வகமும் மிகவும் அவசியம். ஆனால் பெரும்பாலான பள்ளிகளில் இவை இருப்பதில்லை. தேவையான தகவல்களுடன் திருப்தி அளிக்கும் விதத்தில் எழுதப்பட்ட பாடநூல்கள் கிடைப்பது அரிது. இத்திட்டத்தின் வெற்றியானது சரியாக வரையப்பட்ட ஒப்படைகளைப் பொறுத்திருக்கிறது. ஆனால் அதிக வேலை பளு உள்ள ஆசிரியருக்கு நேரமோ, பொறுமையோ கிடைப்பது அரிது. இது அதிக நேரம் எடுத்துக் கொள்ளும் முறையாகையால் பலவகையான பாடங்கள் உள்ள வகுப்பில் நடைமுறைக்கு மிகவும் கடினமாகும். முழுமை பெற்ற நிலையில் நடைமுறைக்குக் கொண்டு வர இம்முறையை பல ஆண்டுகள் முயற்சி செய்து பார்க்க வேண்டும். மேலும் மந்தமான மாணாக்கர்கள், திறன் மிகு மாணாக்கர்களின் ஏட்டைப் பாரத்து எழுதும் அபாயமும் உள்ளது. இது ஆசிரியருக்கு கடினமான வேலை கொடுக்கக் கூடியதாகும்.

நடைமுறை யோசனைகள்

இம்முறையில் சில குறைபாடுகள் காணப்படினும் செயல்படுத்த தகுதி வாய்ந்ததேயாகும். இம்முறையை கையாளும்போது கீழ்க் கண்ட சிலயோசனைகளைக் கருத்தில் கொள்ளவேண்டும்.

1. குறிப்பிட்ட ஒரு வகுப்பிற்கு இம்முறையைத் தொடங்குதவற்கு முன்னர் குறைந்தது ஒரு ஆண்டாவது முன்னரே நன்கு சிந்தித்து திட்டமிடுதல் வேண்டும்.

2. ஆசிரியர் முன் கூட்டியே தேவையான துணைக் கருவிகள், பாடநூல்கள், அதற்கேற்ற ஆய்வக துணை நூல்கள், பதிவேடுகள் முதலியன உள்ளனவா என முன்கூட்டியே அறிய வேண்டும்.

3. ஆயத்த பணி முடிக்காமல், செய்முறைப் பணியானது எவருக்கும் தரக்கூடாது. ஆயத்தபணி முடிக்காதவர்களை ஆய்வகத்திலேயே இருந்து முடித்த பின்னர் செய்முறை வேலைக்கு அனுமதிக்க வேண்டும்.

4. பழைய பரிசோதனை முடிந்து ஆசிரியரின் கையொப்பம் பெறுமல் புதிய பரிசோதனைத் தரக்கூடாது.

5. பரிசோதனையின் முடிவுகளை உடனே நேரடியாக அவர்களது பதிவேட்டில் பதிய செய்யுமாறு கவனிக்க வேண்டும்.

6. மாணுக்கர்கள் பணியில் ஈடுபட்டிருக்கும்போது ஆசிரியர் ஒவ்வொரு மாணுக்கர் இடத்திற்கும் சென்று தேவையானபோது உதவியும், சரியாக பணி புரிகிருர்களா? எனவும் கவனிக்க வேண்டும்.

7. மாணுக்கர்கள் மற்றவர்கள் ஏட்டைப்பார்த்து "காப்பி" அடித்தலை கீழ்க்கண்ட முறையில் தவிர்க்கலாம்.

1. கடினமான பாடங்களையும், கொள்கைகளையும் நன்ருக செய்முறை சோதனையின்போது விளக்குதல்.

2. விடை அளிக்க வேண்டிய விஞக்களைக் குறைத்தும் விடைகள் அதிக நீளமானதாக இல்லாதவாறும் பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும்.

3. பிறர் ஏட்டைப் பார்த்து எழுதியிருப்பதாக சந்தேகப்பட்டால், சில வேளைகளில் வாய்மொழி விஞக்களும் கேட்கலாம்.

பாடத்தலைப்பு முறை
(Topic Method)

பொது அறிவியலை மாணுக்கர்கள் நன்கு அறிந்துக் கொள்ளவும், விரும்பி கற்கவும், அவற்றை உயிரியல், வேதியல், பௌதிகம் என பிரிக்காமல் மாணுக்கர்களுக்கு உடனடியாக கவர்ச்சியுள்ள பொதுத் தலைப்பைக் கொண்டு கற்பிக்கலாம். இவ்வாறு போதிக்கும் முறையானது அறிவியலை ஆரம்ப நிலையில் கற்பித்தலுக்குப் பயன்பட்டு வந்துள்ளது. இது புதியமுறை கற்பித்தலுக்கும் பயன்படக் கூடியதேயாகும். பயனுள்ள ஒரு பொது அறிவியல் தலைப்பை எடுத்துக் கொண்டு அதைப்பற்றி பல தொடர்ச்சியான பாடங்களைக் கற்பித்தலாகும். பாடத்தின் பயன்படும் தன்மையானது அவர்களுக்கு உடனடியாக தேவையான பொருள்கள் குறித்து கற்பிக்கப்படுமேயாஞல் அதனை மாணுக்கர்கள் நன்கு வரவேற்பார்கள். எனவே பாடப் பொருளானது மாணுக்கர்களின் அன்ருட வாழ்க்கை அனுபவத்தோடு நேரடித் தொடர்பு கொண்டதாகவோ, இணைத்துக் கற்பிப்பதாகவோ இருக்கவேண்டும். எடுத்துக்காட்டாக வியாதிகள், இரத்தம், நரம்பு மண்டலம், சுவாசித்தல், உணவு வகைகள், நீர், காற்று, போன்ற பாடத் தலைப்புகளாகும். நீர் என்ருல் நீர் ஆவியாதல், உறைதல், நகர குடிநீர் விநியோகம், நீரின் அமைப்பு, கடின

மென்நீர் வகைகள், நீரைத் தூய்மை செய்தல் போன்ற தலைப்புகளில் கற்பிக்கலாம். அஃதேபோல் காற்று என்ற பாடத் தலைப்பைக் கொண்டு பல உட்தலைப்புகளாக காற்றின் பௌதிக குணங்கள், அழுத்தமானி, பம்புகள், காற்றின் வேதியல் அமைப்பு, ஆக்ஸிஜன், கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு, நைட்ரஜன் போன்ற வாயுக்களின் குணங்கள், சுவாசித்தல், சுரங்கத்தில் பணிபுரிவோர், நீரில் முழுகுவோர், விண்வெளிப் பயணிகள் ஆகியோருக்கு காற்று வழங்குவது போன்ற பலவகைப் பாடங்களைக் கற்பிக்கலாம். அமெரிக்கா போன்ற நாடுகளில் இம்முறையை சிறிது மாற்றம்செய்து கற்பிக்கப்படுகிறது. ஆசிரியர் தலைப்பை அறிவித்து, மாணக்கர்களை அப்பொருள் குறித்து முன்பே அறிந்தவற்றை கூறுமாறு செய்கிறார். கலந்துரையாடலுக்குப் பின் மாணக்கர்கள் விடைகாணுத வினுக்கள் குறித்து வைக்கப்பட்டு, பின்னர் ஆசிரியர், வகுப்புத் தரத்திற்கு ஒவ்வாத கடிமான பகுதிகள் போன்றவைகளை நீக்கி விட்டு எஞ்சியவற்றைக் கொண்டு பாடத் திட்டம் தயாரிக்கிறார். இவற்றால் ஏற்படுகிற முக்கிய பயன் இப்பாடங்கள் தங்களுடையது என்றும், மற்றவர்களால் திணிக்கப்பட்டவை அல்ல, என்பதையும் மாணக்கர்கள் எண்ணுவதேயாகும். இத்திட்டத்தினை வெளித்தேர்வு முறைகள் இல்லாத பள்ளிகளில் கையாளமுடியும். மாணக்கர்களின் அன்றாட வாழ்க்கைக்குத் தேவையானது என்று கருதுவதையும், பெரும்பாலான மாணக்கர்கள் பள்ளியை விட்டுச் சென்றதும் அவர்களுக்கு பயன்படுபவனவற்றையும், அறிவியல் பாடத்தில் முக்கியமென ஆசிரியர் விரும்புவதையும் கற்பிக்க முடியும். உண்மையில் இதனைக் கற்பித்தலுக்கான முறை என்பதை விட பாடத்தை அணுகும் முறை என்றே கூறலாம். சில அமெரிக்கப் பள்ளிகளில் பாடத் தலைப்பை அறிவிப்பதற்கு மாருக, ஒரு பொருளையேக் கொடுத்து, அதற்கான தகவல்களைக் கண்டு பிடித்து வருமாறு கூறப்படுகிறது. ஆசிரியர் மாணக்கர்களிடம் பாடப் பொருள் பற்றிய விபரங்கள் அடங்கிய நூல்களையும் கூறி, கேட்டு அறிந்து கொள்ள வேண்டிய மக்கள் போன்ற விபரங்களையும் கூறி, ஒரு வாரத்திற்குப் பின்னர் கலந்துரையாடலுக்கு தயாராக வருமாறு கூறி விடுவார். இவ்வாறு பல தேவையான விபரங்கள் சேகரிக்கப்பட்டு, வகைபடுத்தப்பட்டு, பல பாடங்களாக அமைக்கப்படும். இம்முறையின் முக்கியப் பயன் மாணக்கர்கள் இப்பணியில் மிகுந்த ஆர்வம் கொண்டிருப்பதாகும்.

நமது பள்ளிகளில் மாணக்கர்களுக்கு, உடனடியாக கவர்ச்சியான பொதுதலைப்பைக் கொண்டு போதிக்கலாம். இத்தலைப்புகளானது; 1. வாழ்க்கையை மையமாகக் கொண்டவை, 2. சூழ்நிலையை மையமாகக் கொண்டவை, 3. வாழ்க்கை-சூழ்நிலை இவைகளை மையமாகக் கொண்டவைகளாக இருக்கலாம்.

(I) வாழ்க்கையை மையமாகக் கொண்ட தலைப்புகள்

1. நமது உணவுகள், 2. நாம் உடுக்கும் உடைகள், 3. நாம் சுவாசிக்கும் காற்று, 4. நோய்களைத் தடுத்தல், 5. உயிரினங்களிலிருந்து கிடைக்கக்கூடிய பொருள்கள் போன்றவை.

(II) சூழ்நிலை மையத் தலைப்புகள்

1. பள்ளித் தோட்டம்;
2. நீர் நிலைகளும் உயிரினங்களும்;
3. மனித வாழ்க்கைக்கு அவசியமான தாவரங்களும் பிராணிகளும் போன்றவை.

(III) சூழ்நிலை வாழ்க்கைத் தொடர்புடைய தலைப்புகள்

1. உடலும் அவை இயங்கும் விதமும்;
2. நமது சுகாதாரம்;
3. வளமான வாழ்விற்கு உயிரியல் பொருள்களைப் பயன் படுத்துதல்;
4. நல் வாழ்விற்கு தாது உப்புகளைப் பயன்படுத்துதல்;
5. நமது வீட்டிற்கான அறிவியல்.

அறிவியல் பாடங்கள் இத்தலைப்புகளில் சிறிய தலைப்புகளாகத் தொகுக்கப்பட்டு போதிக்கப் படுகிறது. பள்ளித் தோட்டம், குளங்கள், பண்ணைகள் போன்ற தலைப்புகள் உயிரியலைக் கற்பித்தலில் பெரிதும் உதவக் கூடியனவைகளாகும். நீர் வாழ்த் தாவரங்களையும், நீர் வாழ் பிராணிகளையும் கற்பிக்க நன்னீர் குட்டைகள் மிகவும் பயன்படும். தோட்டமானது பலவகைத் தாவரங்களைப் பற்றி போதிக்க சிறந்த தலைப்பாகும். பலவகைப்பட்ட பூச்சிகளை நாம் தோட்டத்தினின்றும் சேகரிக்கலாம். பலவகைப் பூச்சிகளின் இயக்கங்கள், சுவாசிக்கும் முறை, உணவு முறைகள், நிறங்கள், தொடு உணர்ச்சி உறுப்புகள், மனித இனத்திற்கு அவைகளின் நன்மை, தீமைகள் போன்றவைகளைக் கற்பிக்க பெரிதும் உதவும்.

இம்முறையின் சிறந்த பயன் பாடப் பொருளை மாணக்கர்கள் எளிதில் புரிந்து கொள்வதோடு கற்பிக்கப்பட்ட பொருள்களின் முக்கியத்துவத்தைப் போற்றவும் செய்கின்றனர். அறிவியல் கருத்துக்களை மிகவும் பயனுள்ள வகையிலும், உண்மையான சூழ்நிலையிலும் கற்கின்றனர். அறிவியலின் பல பிரிவுகளையும் மிகவும் பிரிக்க முடியாத நிலையில் இணைத்து கற்பிக்க உதவுகிறது. இது பாடத்தை

கவர்ச்சி உள்ளதாகவும் வாழ்க்கைக்கும், சூழ்நிலைக்கும் உள்ள தொடர்பை உணர்த்தவும் உதவுகிறது. பொது அறிவியலைக் கீழ் வகுப்புகளில் பல வகையிலும் வளைந்து கொடுக்கும் படியான வகுப் பறைப் போதனை, செய்துகாட்டுதல், செயல்திட்டம் போன்ற முறை களில் கற்பிக்கலாம். பொது அறிவியலின் பல பகுதிகளைப் பிரித்து போதிக்காமல் ஒருங்கு சேர்த்து கற்பிக்கும்போது பெறுகின்ற அறி வானது நன்கு பின்னியும், இணைந்தும் உள்ளன. இப்பாடப் பொருள்கள், மாணாக்கர்களின் வாழ்க்கையோடு, தொடர்பு கொண் டுள்ளதாகவும், அவர்களின் சூழ்நிலைக் குறித்து அறிந்துக் கொள் வதை நோக்கமாகக் கொண்டும் உள்ளதால், மிகவும் உண்மை யானதும், கவர்ச்சி ஏற்படுத்தும் வகையிலும், அமைந்துள்ளன.

இதில் ஒரு குறையானது பாடப்பொருளைத் தொடர்ச்சியாக அமைத்து கற்பிப்பது சிரமமாகும். பாடப் பொருளைப் பிற்காலத் தில், தொடர்ச்சியாக இணைத்துச் செல்வதற்கு முன்பாக அறிவியல் கற்பித்தலில், முதலிரண்டு ஆண்டுகளுக்கு, பாடத் தலைப்பு முறை யில் கற்பித்தல் பயனுள்ள ஒரு உத்தியாகும். மேலும் அறிவியலின் எல்லா பிரிவுகளையும் பற்றிய பாட அறிவு கொண்ட ஆசிரியர்களும் தேவையாகும். இவ்விதமான ஆசிரியர்கள் கிடைப்பது ஒரு பிரச் சனையாகும். இம்முறையில் குறிப்பிட்ட வகுப்பிற்கான பாடத்தை குறிப்பிட்ட காலத்தில் முடிக்க முடியாது. சில முக்கியமான கொள் கைகளும், மெய்ம்மைகளும் நன்கு விளக்கப்பட வேண்டியவை, தலைப்பு முறையில் இல்லாமலோ அன்றி அதிகத் தொடர்பு கொண்டோ இல்லாமலும் இருக்கலாம். இம்முறையில் எழுதப் பட்ட பாட நூல்களும் கிடையாது. இதற்கு எல்லாவகைத் துணைக் கருவிகளையும் கொண்ட ஆய்வகம் தேவையாகும்.

வெளித்தேர்வு இல்லாத பள்ளிகளில் இதனை நன்கு பயன் படுத்தலாம். ஆசிரியர் பாடத் திட்டத்தில் மாணாக்கர்களுக்கு எது அவசியம் என எண்ணுகிறரோ அதனை இணைத்து கற்பிக்க வாய்ப்பு ஏற்படும்போது கற்பிக்கலாம். நன்கு நூலறிவு உள்ள ஆசிரியரிடம் ஒப்படைத்தால் இது வெற்றி பெறும்.

வரலாற்று முறை
(Historical Method)

இம் முறையில் பாடப் பொருள் ஆரம்பக் காலத்திலிருந்து எவ்வாறு பல நிலையில் மாறி வளர்ந்துள்ளது என்பதைக் கற்பிக்கப் படுகிறது. அறிவியல் தனக்கென ஒரு வரலாறும், ஒவ்வொரு கண்டுபிடிப்பும் ஒரு வரலாறுதனையும் கொண்டுள்ளது. அவை

களைக் கூறும் போது மாணுக்கர்கள் ஆவலாகவும், உன்னிப்பாக வும் கவனிப்பார்கள். ஆர்க்கிமெடிஸ், டார்வின், மெண்டல் போன்றவர்களின் கொள்கைகள் கண்டுபிடித்த வரலாற்றை வாய்ப்பு உண்டாகும் இடங்களில் கற்பிக்கலாம். கொள்கைகள் வளர்ந்த விதத்தைப் படிப்படியாக அறியும்போது விருப்பம் அதிகரிக்கிறது. பாட வளர்ச்சியோடு மனிதனின் முயற்சியும் அவர்கள் எதிரே காட்சி அளிக்கிறது.

இம் முறையின் வாயிலாக அறிவியல் மெய்ம்மைகளையும் கொள்கைகளையும், அவைகளைக் கண்டுபிடித்த தகவல்களையும், நிகழ்ச்சிகளையும், நிகழ்ந்த கால ஒழுங்கு வாரியாக அமைத்து கற்பிக்கப்படுகிறது. நிகழ்ச்சி வரலாற்று முறைப்படி மாணுக்கர் களுக்குக் கற்பிக்கப்படும் போது இன்றைய அறிவியல் கருத்துக்களை யும், தத்துவங்களையும் கற்பிப்பதற்கு பதிலாக, தொடக்க காலத்தி லிருந்து, எவ்வாறு படிப்படியாக, முன்னேறி, மாறுதல்களைப் பெற்று, வளர்ந்து யாவராலும் ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்ட நிலையை அடைந்தது என்பதைக் கற்பிக்கலாம். இவ்வாறு அறிவியல் கண்டுபிடிப்புகள் எங்ஙனம் சிறிது சிறிதாக வளர்ச்சி அடைந்து வந்துள்ளது என்பதை மாணுக்கர்கள் கற்கும்போது எளிதாக அமைவதோடு கவர்ச்சியாகவும் இருக்கும். மாணுக்கர்களுக்கும் அறிவியல் அறிஞர்கள் எவ்வாறு தங்கள் முன்னேர், கண்ட அறிவியல் கருத்துக் கள், கண்டுபிடிப்புகளின் அடிப்படையில் தங்கள் சிந்தனையைச் செலுத்தி எவ்வளவு அரும்பாடுபட்டு அறிவியலை வளர்த்துள்ள னர் என்பதனையும் அறிகின்றனர். இம் முறையில் அறிவியலைக் கற்கும்போது எவ்வாறு பல நூற்ருண்டுகளாக அறிவியல் கொள் கைகள் மாறுபட்டுள்ளன என்பதையும், ஒரு கொள்கை, பிறிதொன் ருல் எங்ஙனம் தள்ளப்பட்டுள்ளது என்பதையும் அறிவதோடு மிக அண்மையில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ள கொள்கைகளும் மாற்றத் திற்கு உட்பட்டதே என்பதனையும் உணர்கின்றனர். அறிவியல் மனப்பான்மை இவ்வாறு வளர இது உதவுகிறது. இம் முறையால் மாணுக்கர்களின் கற்கும் திறனும், சிந்தனை ஆற்றலும் விரிவடை கிறது.

இம் முறையால் அறிவியலின் எல்லா பகுதிகளையும் நன் முறையில் கற்பிக்கப்படலாம். அரிய அறிவியல் கண்டுபிடிப்புகளை யும், தெளிவாக அறியுமாறு சிறப்பான முறையில், கதைகளைப் போல் கற்பித்தால் அறிவியலைப் போற்றுதல் மற்றும் அறிவியல் மனப்பான்மை போன்ற பண்புகள் வளரும். இம்முறையில் பாடப் பொருளோடு, முக்கியமாக கடந்த காலத்தில் பல வழிகளில் அறிவியல் அறிஞர்கள் பாடுபட்டது, சோர்வு ஏற்படும் சமயங்களில்

பெற்ற வெற்றியை பகிர்ந்து மகிழ்ந்தது போன்றவை, அறிவியலை நன்கு அறிய உதவுகிறது. அறிவியல் அறிஞர்கள் பயன்படுத்திய வழிமுறைகள், அறிவியல் முன்னேற்றத்தில் சமூக, பொருளாதார, தொழில் நுட்ப, மன இயல் சம்பந்தப்பட்ட குறுக்கீடுகளையும், அறிவ துடன், பின்னர் அபிவிருத்திச் செய்யப்பட்ட துணைக் கருவிகள், விஞ்ஞானிகளுக்கு இடையே தகவல் தொடர்புகள், வளர்ச்சிக்கு உதவுவதையும் நன்கு அறிகின்றனர்.

இம் முறையால் அறிவியலை மிகவும் கவர்ச்சிகரமாக கற்பிப்ப தோடு, மாணக்கர்களுக்கு அறிவியல் முறை சிந்தனை நன்கு வளர வாய்ப்பு ஏற்படுகிறது. அறிவியலை வரலாற்றுடன் இணைத்துக் கூறும் போது, கதை கேட்பது போன்ற நிலையில் இயற்கையான முறையில் கற்றல் உண்டாகிறது. பலவகையான நோய் தடுப்பு முறைகள், மரபு இயல் கருத்துக்கள், உட்கரு அமிலங்கள், செல்லின் உட்பகுதிகளும் அதன் பயன்களும் போன்றவைகள் படிப்படியாக கருத்து வளர்ச்சி அடைந்ததையும், பரிணமக் கொள்கை வளர்ச்சி அடைந்ததையும் கூறலாம். பாக்டீரியாப் பாட வளர்ச்சி, நுண்தரிசினி கண்டுபிடிக்கப்பட்டு வளர்ந்தது, அதன் பலவகையான முன்னேற்றங்கள், லூயி பாஸ்டர் போன்றவர்களின் பணிகளையும் கற்பிக்கலாம்.

இம் முறைகளின் குறைகளாகக் கூறப்படுபவை

1. வரலாற்று நிகழ்ச்சி முறையில் கற்பிக்கையில் ஆசிரியர் அறிவியல் கருத்துக்களை அதிகம் விளக்காமல் வரலாறுகளை மட்டும் விரிவாக கூறி சென்றுவிட வாய்ப்பு உள்ளது.

2. கண்டுபிடிப்புகள் வளர்ந்த விதத்தைக் கற்பிக்கையில் குறிப்பிட்ட பாடப் பொருள் தொடர்பாக ஆரம்ப காலத்திலிருந்து பங்கு பெற்ற அறிவியல் அறிஞர்கள், அவர்கள் படிப்படியாகக் கண்டுபிடித்தவை, படிப்படியாக வளர்ந்த விதம், நிகழ்ச்சிகளை சுவை குன்றாமல் வர்ணிக்கும் திறன் போன்ற பல திறன்கள் தேவை படுகின்றன. எனவே எல்லா ஆசிரியர்களும் இதனை எளிதில் பின் பற்றலாம் என கூற முடியாது.

இம் முறையைப் பயன்படுத்துவதில் பொதுவாகக் கூறப்படும் தடையானது மிகவும் மெதுவான முறையில் கற்பிக்கப்படுகிறது என்பதாகும். தவறான முறை பரிசோதனைகளும், திறமை இன்மை யும், எவ்வாறு அறிவியல் முன்னேற்றத்தில் தடையாக இருந்து வந்தது என்பதையும் மாணக்கர்கள் அறிகின்றனர். இம் முறை யின் வாயிலாக அறிவியல் எவ்வாறு சமூகத்தின் தேவைகளைப்

பூர்த்தி செய்ய உதவி உள்ளது என்பதையும், பின்னர் இவற்றின் விளைவாக சமூக மாற்றங்களும் உண்டாகின்றன என்பதையும் பலவகை சான்றுகளுடன் அறிகின்றனர். அறிவியல் அறிஞர்கள் தாங்கள் வாழும் சமூகத்தின் உடனடித் தேவைகளையும், சமூகத்திலும், தனி மனிதனுக்கும் ஏற்படும் பிரச்சனைகளைத் தீர்க்கும் பணியிலும் ஆய்வுகள் செய்கிறார்கள். இவ்வாராய்ச்சியின் வாயிலாக பல விதமான நன்மைகளை சமூகம் பெறுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக புதிய மருந்துகள் கண்டுபிடிப்பு, நோய் தடுப்பு முறைகள், புதிய கலப்பினங்களை உண்டாக்குதல், மின் சக்தியை மனித வாழ்க்கைக்கு பயன்படும் பலவகைப்பட்ட சக்திகளாக மாற்றப்பட்ட வரலாறுகள் போன்றவைகளாகும்.

வரலாற்று முறையால் பழைய கண்டுபிடிப்புகள், கொள்கைகள் யாவும் தவறு என்ற கருத்தையும், புதிய கொள்கைகள் யாவும் சரி என்ற எண்ணத்தையும் மாணாக்கர்களின் மனதிலிருந்து நீக்க உதவுகிறது. இம் முறையால் கிடைக்கும் கல்விப் பயன் மிக அதிகமாகும். பரிசோதனையின் முடிவுகளை அறிவியல் கொள்கைகளோடு ஒப்பிட்டு பார்க்காததால் முன்னேற்றம் எவ்வாறு தடைப்பட்டது என்பதை மாணாக்கர்கள் உணர இது துணைச் செய்கிறது.

வாழ்க்கை வரலாற்று முறை
(Bio graphical Method)

அறிவியல் மெய்மைகளையும் தத்துவங்களையும் அதனைக் கண்டுபிடித்த அறிவியல் அறிஞர்களின் வாழ்க்கை வரலாற்றுடன் இணைத்து கற்பித்தலான முறையாகும். இது பாடத் திட்டத்தை உயிர்ப் பூட்டுவதாக அமைவதோடு அறிவியல் அறிஞர்கள் மெய்மைகளை அறிய பட்ட அரும்பாடு, அடைந்த சிரமங்கள், தாங்களாகவே எளியப் பொருள்களைக் கொண்டு அமைத்துக் கொண்ட கருவிகள், கண்டுபிடிப்புகள், கொள்கைகளை அறிந்து உணரவும் போற்றவும் செய்கின்றனர். ஆசிரியர்களுக்கும் பல உயிரியல் அறிஞர்களின் வாழ்க்கையை அறிந்திருத்தல் தனது கற்பித்தலைத் திறம்படச் செய்ய உதவும். அறிவியல் கண்டுபிடிப்புகளில், விஞ்ஞானிகளுக்கும் பல தோல்விகள் ஏற்பட்டதினை அறிந்திருந்தால், ஆசிரியரும் மாணாக்கர்கள், பரிசோதனை புரியும்போது, ஏற்படும் தவறுகளைக் கடிந்து கொள்ளாமல் அனுதாப உணர்வோடு உதவ முடியும். அறிவியல் கற்பித்தலில் விஞ்ஞானிகளின் சொந்த வாழ்க்கை விபரங்களை இணைத்துக் கூறுவது மிகவும் விரும்பத் தக்கதாகும். அறிவியலில் வெறும் பாடப் பொருளையே மட்டும் கூறுவதைவிட மனித முயற்சி அவனது ஈடுபாடு, வேட்கை போன்றவைகளைக் கூறும்போது மாணாக்கர்களுக்கு, விஞ்ஞானிகள் பட்ட சிரமங்கள், தோல்விகளைக்

கண்டு இரக்க உணர்வு ஏற்படச் செய்கிறது. பல விஞ்ஞானிகளின் வாழ்க்கை வரலாறுகளை அறியும் போது, மாணுக்கர்களுக்கு, அதுவே ஒரு ஊக்க சக்தியாக இருந்து அறிவியலில் விருப்பம், ஈடு பாடுகளை வளர்க்கச் செய்கிறது. எனவே அறிவியல் கற்பித்தலில், விஞ்ஞானிகளின் வாழ்க்கை வரலாறுகளை வாய்ப்பு ஏற்படும் போது இணைத்துக் கூறுவது மிகுந்த பயன் விளைவிக்கும். அறிவியல் கழகங்கள் போன்றவைகளில் சொற்பொழிவு செய்வதற்கும் இது தகுந்த தலைப்பாகும். மாணுக்கர்களுக்கும், தனியாக அறிவியல் நூல்கள் படிப்பதற்கு பரிந்துரைச் செய்யும்போது இவைகளைப் படிக்குமாறு கூறுதல் சிறந்ததாகும். அறிவியல் அறிஞர்களின் வாழ்க்கைப் பற்றிய கவர்ச்சிகரமான நிகழ்ச்சிகள், எதிர்பாராத கண்டுபிடிப்புகளையும் பாடங்களுடன் இணைத்துக் கற்பிக்க பெரிதும் உதவும். இது மாணுக்கர்களின் அறிவியல் வேட்கைக்கு நல்ல விருந்தாக அமைவதோடு, சில அறிஞர்களின் இடையருத உழைப்பு பணி இவற்ருல் தான் அறிவியல் முன்னேற்றம் பெற்றுள்ளது என்பதனையும் அறிகின்றனர். அறிவியலில் வெற்றியை ஏற்படுத்திய அவர்களது தனிப்பண்புகள் யாவை என மாணுக்கர்களைச் சிந்திக்கவும் செய்கிறது. மாணுக்கர்களை, சிறந்த கண்டுபிடிப்புகளைச் செய்தவர்கள் பற்றிய விபரங்கள், சந்தித்த போராட்டங்கள், வெற்றிகள் பற்றிய விபரங்கள் பெரிதும் கவரச் செய்கின்றன. சில பாடத் தலைப்புகளை அறிமுகப் படுத்தும்போது மாணுக்கர்களை ஆயத்தப் படுத்த, விஞ்ஞானிகளின் வாழ்க்கையிலிருந்து சில நிகழ்ச்சிகளைப் பயன்படுத்தலாம். டார்வின், மெண்டல், லாமார்க், பாஸ்டர்லிஸ்டர், ஜென்னர், போஸ் போன்றவர்களின் வாழ்க்கையோடு அவர்களது கொள்கைகள், கண்டுபிடிப்புகளை இணைத்துக் கற்பித்தல் மிகவும் அவசியமானதும் பயனுள்ளதாகும். இப் பாடப் பொருள்களை நாடக முறையில் அமைத்துக் கூறும்போது மிகவும் கவர்ச்சிகரமாக மாணுக்கர்களின் கருத்தைக் கவரும். லூயிபாஸ்டியரும் நுண் கிருமிகளும், நியூட்டனும் ஆப்பிள் பழமும், ஆர்க்கிமெடிசும் நீர்த்தொட்டியும் போன்றவை மாணுக்கர்களுக்கு கவர்ச்சி ஊட்டக் கூடியவை. பாடப் பகுதிகளை ஒன்றன்பின் ஒன்ருக வரிசைப்படுத்தி கற்பித்தல் என்பது இதில் இயலாது. ஆயினும் முக்கிய கண்டுபிடிப்புகளைச் செய்த சில அறிவியல் அறிஞர்களின் வாழ்க்கையைப் பற்றி நாம் அறிந்துக் கொள்ள இயலும்.

செயல்திட்ட முறை
(Project Method)

மாணுக்கர்கள் கற்கவேண்டிய பாட பகுதிகளைத் தனித்தனியாக தொடர்பற்ற முறையில் கற்பதற்குப் பதிலாக ஒரு செயல்

திட்டத்தை மையமாகக் கொண்டு பல பாடங்களையும் இணைத்து கற்பித்தலே செயல்திட்ட முறையாகும். கி. பி. 1900-ல் ரிச்சர்ட்ஸ் என்பவரால் முதன் முதலில் இத்தொடர் கல்வியோடு இணைத்து பயன்படுத்தப் பட்டது. அவர் கொலம்பியா பல்கலைக் கழகத்தில், கைத்தொழில் பிரிவில் தலைவராக பணியாற்றியபோது, கைத் தொழில் பயிற்சித் துறையில், பிரச்சனைத் திட்டங்களைக் கொடுத்து, அவைகளை விருப்பத்தோடு தீர்க்கப்பட்டு, அதன் விளைவாக மாணுக்கர் கைத்தொழிலைக் கற்கும் நிலையை இவர் அப்பள்ளியில் ஏற்படுத்தினர். 1908-1910-ல் ஸ்டீவன்ஸன் என்பவர் விவசாயம் கற்பிக்கும் முறைகளில் செயல்திட்ட முறையைக் கையாண்டார். கொலம்பியா பல்கலைக் கழகத்தைச் சார்ந்த டாக்டர் W. X. கில் பாட்ரிக் என்பவர் இதனைக் கற்பித்தலுக்குப் பயன்படும் முறையான தொரு திட்டமாக வகுத்தார். சமூக சூழ்நிலையில் மாணுக்கர்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட நோக்கத்துடன் செயலில் முழுமனதோடு ஈடுபட்டு உண்மையைக் கற்றுக் கொள்ளும் முறையே செயல் திட்டமாகும் என அவர் கூறினர்.

'A Project is a whole-hearted purposeful activity proceeding in a social environment'.

—Kilpatrik.

பிரச்சனைகளுக்கு இயற்கைச் சூழ்நிலையில் தீர்வு கண்டு பிடிக்கும் முறையே செயல்திட்ட முறை என்று பாசிங் என்பவர் கூறுகிறர்.

ஸ்டீவன்சன் சார்ட்டர்ஸ் என்பவர்கள், செயல்திட்ட முறையைப் பற்றி குறிப்பிடுகையில் 'பிரச்சனையைக் கொண்ட செயலை, இயற்கையான அமைப்பில் முடிப்பதற்கு கொண்டு செல்லுதல்' எனக் குறிப்பிடுகிறர்கள்.

'A Project is a problematic act carried to completion in its natural setting'.—Stevenson.

உண்மையான வாழ்க்கையின் ஒரு சிறுபகுதி வகுப்பறைக்குள் கொண்டுவரப் பட்டுள்ளது என செயல்திட்டம் குறித்து பாலர்ட் என்பவர் கூறுகிறர்.

'A Project is a bit of real life that has been imparted in to schools'.—Ballard.

பார்க்கர் என்பவர் செயல்திட்டம் குறித்து குறிப்பிடுகையில், திட்டமிடுதல், நோக்கம் அறிதல் ஆகியவற்றுக்கு மாணுக்கர்களுக்குப் பொறுப்பை ஏற்கச் செய்யும் பணியின் பகுதியாகும் என்கிறர்.

'A Project is a unit of activity in which pupils are made responsible for planning and purposing'.—Parker.

இவ்வாறு செயல்திட்டம் குறித்து பலவிதமான விளக்கங்கள் கொடுக்கப் பட்டுள்ளன. இதனைப் பள்ளி செயல்களுக்கு ஊக்கு விக்கும் வழி என்றும், கற்பித்தலில் ஒரு முறை என்பதனை விட ஒரு வகையான நோக்கு எனக் கூறுவாருமுளர்.

வளர்ந்துவரும் நாடுகளில் பாடத் திட்டத்தின் ஒரு பகுதியை, செயல்திட்ட முறையைப் பயன்படுத்தி ஆசிரியர்கள் கற்பிக்கின்றனர். அமெரிக்கா போன்ற நாடுகளில் அண்மை கால புதுமுறை காணுதலானது (Innovation) செயல் திட்டமுறை பரிசோதனையாகும். இதில் மாணுக்கர்கள் குழுவாக ஆசிரியரைக் கலந்து ஒரு செயல் திட்டத்தைத் தேர்ந்தெடுத்து அதனைச் செயல்படுத்தும் மூறை, நல்ல முடிவு ஏற்பட தேவையான துணைக் கருவிகள் போன்றவைகளை அவர்களே கலந்துரையாடல் (discussion) மூலம் செயல் படுத்துவர். இத்தகையான பல செயல் திட்டங்களைத் தொடர்ச்சியாகச் செய்து அறிவியல் முறையில் பயிற்சி பெறுகின்றனர். செயல் திட்ட முறையில் கற்பித்தல், செயல் மூலம் கற்பித்தலின் சிறப்பான அம்சமும், பாட அமைப்பில் முக்கிய பகுதியும் ஆகும். இது வழக்கமான நடைமுறையில் உள்ள முறைகளால் ஏற்படும் சோம்பல், சலிப்பூட்டுதல் (Monotony), மற்றும் குழந்தைகளின் இயற்கையான இயல் பூக்கத்தைப் புறக்கணிப்பதோடு அழிக்கக் கூடிய முறைகளினின்றும் வேறுபட்டு உண்டானதாகும். மாணுக்கர்களின் திறமையை வெளிகாட்ட வாய்ப்பும் உள்ளது. செயல்திட்ட முறையானது கல்வி மற்றும் அறிவியல் கற்பித்தலின் பல பயன்களை அடைய உதவுகிறது. மாணுக்கர்களின் இயற்கையான பண்புகளைக் கல்வி நோக்கத்திற்காகப் பயன்படுத்துகிற காரணத்தால் இது அறிவியல் கற்பித்தலின் விளைவுகளை அறிய உதவுகிறது. இம்முறை முக்கியமாக ஒரு செயலை அடிப்படையாக வைத்து, பள்ளிக்கு உள்ளேயோ வெளியிலோ செய்வதாகும். இதில் பாட அமைப்பு, பாடப் பொருள், கற்பிக்கும் முறை, அனைத்தும் மாணுக்கர்களை மையமாகக் கொண்டுள்ளதால், அவர்களே, தாங்களாகவே சிந்தித்து, தாங்கள் கற்க வேண்டியவற்றைத் தேர்ந்தெடுக்கிருர்கள். இம் முறையில் "செய்து கற்றல்", "வாழ்ந்து கற்றல்" என்பன முக்கியமான கொள்கைகளாகும்.

இத் திட்டத்தினைச் செயல்படுத்தும்போது, வகுப்பை நான்கிலிருந்து ஆறுவரை குழுக்களாகப் பிரித்து திட்டத்தின் ஒவ்வொரு பகுதியானது ஒதுக்கப்படும். ஒவ்வொரு பிரிவுக்குமான பணியின்

அளவு, கிடைக்கும் காலத்திற்குள் முடிக்க தேவையான மாணுக்கர்கள், போன்றவைத் தீர்மானிக்கப்படும். குழுக்களில் மாணுக்கர்களின் எண்ணிக்கை, குழுக்களின் பணிக்கேற்றவாறு பல்வேறு அளவுகளில் அமையும். ஒவ்வொரு மாணுக்கரும் முக்கிய பங்கேற்கும் வகையில் எண்ணிக்கை சரிபடுத்தப்படும்.

செயல் திட்டத்தின் பல்வேறு படிகள்
(Stages of Project)

நன் முறையில் செயல்பட வேண்டிய செயல் திட்டங்கள் கீழ்க் கண்ட படிகளில் செயல்பட வேண்டும்.

செயலை மொழிதலும் தேர்ந்தெடுத்தலும்
(Proposing and Selection)

1) செயல் திட்டத்திற்கு உரிய செயலை மாணுக்கர்களே தேர்ந்தெடுக்கும் சூழ்நிலையை உருவாக்க வேண்டும். மாணுக்கர்கள் பல வகைப்பட்ட செயல்திட்டங்களை எடுத்து மொழிவார்கள். 2) ஆசிரியரும் விரும்பினுல் பாடத் திட்டத்திலிருந்து சில செயல் திட்டங்களை மொழியலாம். 3) கலந்துரையாடலுக்குப் பின்னர் இறுதியில் சிறந்த செயல்திட்டம் தேர்ந்தெடுக்கப்படும். செயல்திட்டங்களைத் தேர்ந்தெடுக்கும் போது சில கருத்துக்களை நினைவில் கொள்ளவேண்டும். பாடத் திட்டத்தின் எல்லைக்குள், மாணுக்கர்கள் செய்து முடிக்கத் தக்கச் செயலைக் கவனித்துத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். சரியானச் செயலைத் தேர்ந்தெடுக்க ஆசிரியர் உதவவேண்டும். 3) செயல் திட்டமானது பலவகைப்பட்ட கற்றல் அனுபவங்களைத் தரத் தக்கதாகவும், சிறந்ததாகவும் இருக்கவேண்டும். முக்கிய கருத்துக்களையும், கொள்கைகளையும் விளக்குவதாக இருக்கவேண்டும். 4) அவை வாழ்க்கையோடு ஒன்றியதாகவும், வகுப்பு மாணுக்கர் அனைவரின் தேவை, ஆர்வத்தை பூர்த்தி செய்வதாகவும் இருக்கவேண்டும். பள்ளியிலும், பள்ளியைச் சுற்றியும் கிடைக்கும் பொருள்களையும், வாய்ப்புகளையும் கொண்டு முடிக்கதக்கதாகவும் இருக்கவேண்டும். இச் செயல் திட்டத்தின் விளைவால் கிடைக்கக் கூடிய பொருள்கள், பயன்படுவனவாகவும், இத்திட்டங்கள் அப்போதைய தேவைகளை நிறைவாக்குவனவாகவும், குறிப்பிட்ட காலத்திற்குள் முடிக்கக் கூடியதாகவும் இருத்தல் அவசியம்.

திட்டமிடுதல்
(Planning)

குறிப்பிட்ட செயல் திட்டத்தின் பல நிலைகளை (phase) ஆராய்ந்து ஒவ்வொரு உட்பிரிவு நிலைக்கான வேலை, தேவையான மூலப்

பொருள்கள், துணைக் கருவிகள், தகவல்களையும், மெய்ம்மைகளையும் (Facts) சேகரிக்கும் முறைகள், ஒவ்வொரு செயல்திட்ட உட்பிரிவு வேலைக்கும் தேவையான அளவு குழுக்களில் மாணாக்கர்களின் எண்ணிக்கை, ஒவ்வொரு குழு உறுப்பினர்களும், செயல்திட்டம் நன்முறையில் நடைபெற குழுக்களுக்குள் அவர்களது பொறுப்புகள், போன்றவைத் தீர்மானிக்கப்படும். மேற்கொண்டு விரிவாகத் திட்டமிடுதல், ஒவ்வொரு குழு, துணைக் குழுக்களிடம் ஒப்படைக்கப்படும். செயல் திட்டத்தின் வெற்றியானது சரியான முறையில் திட்டமிடுதலிலேயே அமைந்துள்ளதால், திட்டம் முழுவதும் மாணாக்கர்களாலேயே ஆசிரியரின் உதவியுடன் செய்யப்படல் வேண்டும். திட்டமிடுதல் பற்றிய விவாதத்திலும், கருத்துக் கூறலிலும் எல்லா மாணாக்கர்களும் பங்கு கொள்ளச் செய்யவேண்டும். திட்டமிட்டதை எல்லா மாணாக்கர்களும் சரியாக எழுதிக் கொள்ளுமாறு கற்பிக்கப்படல் வேண்டும்.

செயலைச் செய்தல் (Execution)

இது மிகவும் முக்கியமான பகுதியாகும். உண்மையில் இது முன்கூட்டியே திட்டமிடும் தரத்தையும் சோதிப்பதாகும். ஒவ்வொரு குழுவிற்கும், குழு உறுப்பினர்களுக்கும் எவ்வளவு இயலுமோ அவ்வளவு பொறுப்பானது ஒப்படைக்கப் படுகிறது. மாணாக்கர்களுக்குத் தேவைப்படும்போது ஆசிரியர் உதவலாம். செயல் திட்டம் நிறைவேற ஒவ்வொரு மாணாக்கரும் தனது பொறுப்பினை திறமையான முறையில் செய்யவேண்டும். செயலைச் செய்யும் போது ஆசிரியர் உடனிருந்து வழிகாட்டியும், ஊக்குவித்தும், மாணாக்கர்களின் முன்னேற்றத்தைக் கவனித்துக் கொண்டும் வர வேண்டும். மாணாக்கர்களின் சிரமத்தை எதிர்பார்த்து செயல் திட்டத்தின் ஒவ்வொரு படியிலும் அவசரப்படுத்தினால் இதன் நோக்கம் கெட்டுவிடும். மாணாக்கர்கள் கூடுதல் நேரம் வேலை புரிவது மேலும் நல்லதாகும். ஏனெனில் தங்கள் சிரமங்களை எவ்வாறு சமாளிப்பது என்பதை அறிகிறார்கள். இவ்வாறே அவர்கள் முன்கூட்டியே திட்டமிட்டது எந்த அளவிற்கு வெற்றி பெற்றுள்ளது என்பதையும் நேரடியாக அறிகிறார்கள்.

பதிவு செய்தல் (Recording)

மாணாக்கர்கள் செயல் திட்டம் குறித்து முழு விபரத்தையும் பதிவு செய்யவேண்டும். எவ்வாறு திட்டமிடப்பட்டது, நடைப்பெற்ற பலவகையான கருத்துப் பரிமாறல்கள், ஒவ்வொருவருக்கும் ஒதுக்கப்பட்ட வேலைகள், அவர்கள் செய்த பணிபற்றிய ஆய்வுகள், எதிர்காலத்திற்கான சில முக்கிய குறிப்புகள் ஆகியவற்றைப் பதிவு

செய்துக் கொள்ளவேண்டும். மாணுக்கர்கள் ஒவ்வொருவரும் தங்கள் பதிவுகளைக் கொண்டு அறிக்கைத் தயாரித்து, பின்னர் குழு அறிக்கையானது தொகுக்கப்படும். இதனைப் படித்து, விவாதித்து, திறனாய்வுச் செய்த பின்னர் மேலும் விருத்திச் செய்யப்படும். இறுதி அறிக்கையை வேறு அறிக்கை இருந்தால் அதனுடன் ஒப்பிட லாம். இச் செயல்திட்ட அறிக்கைகள் நாளடைவில் மாணுக்கர்களை ஊக்கு விட்பதாகவும், பயனுள்ள செயல் திட்டங்களை மேற் கொள்ள வும் தூண்டும்.

மதிப்பிடுதல் (Evaluating)

மாணுக்கர்கள், செயல் திட்டம் திட்டமிட்டப்படி செய்யப் பட்டுள்ளதா ? என மதிப்பீடு செய்கிருர்கள். தவறுகள் ஏதேனும் நிகழ்ந்துள்ளதா ? என ஆராய்கின்றனர். தங்கள் தவறுகளை தாங்களே கண்டு பிடித்து திருத்திக் கொள்ளச் செய்கிருர்கள். இப் பயிற்சியானது மிகவும் வேண்டற்பாலதாகும். செயல் திட்டத்தின் நோக்கம் நன் முறையில் அடைந்ததா ? என்பதை ஆசிரியர் கவனித்துக் கொள்ளவேண்டும். இதில் செய்ய விட்டு போனவை, செய்யாமல் தவிர்க்க வேண்டியவை ஆகியவற்றை அறிந்து அடுத்த செயல் திட்டத்தில் பின்பற்ற வேண்டும். செயல் திட்டமுறை கற்பித் தலில் மதிப்பீடு செய்தல் என்பது ஒருங்கிணைந்த பகுதியாகும். இதனுல் செயல் திட்டங்களின் நோக்கமும், பயனும் எந்த அளவில் அடைய முடிந்தது என்பதனை அறிய முடிகிறது. தகுந்த ஒரு புறவயத் தேர்வால் (Objective type) செயல் திட்ட பணிக்கு முன்பும், பின்பும் ஆசிரியர் நடத்தி, இச்செயல் திட்டத்தின் விளைவால் மாணுக்கர்கள் பெற்ற புதிய தகவல்கள், அடைந்த திறமைகளை ஓரளவு அறியலாம். செயல் திட்டங்களில் மாணுக்கர்கள் பங்கேற்று புரியும்போது இயல்பான (informal) அறிவியல் கற்பித்தலில், மாணுக்கர்கள் பெற்ற பயன்கள், கவனமாகச் செய்தது, தொடர்ந்து உறுதியாகப் புரிந்தது (persistance) தற்சார்பு தன்மை (independence) கூர்மதி (ingenuity) தாணுகவே தொடங்கி செய்வது (initiative) காரணம் காணும் திறன், அறிவியல் மனப்பான்மை, மதிப்பீட்டுத் திறன் (sense of appraisal) திறன் ஆயும் போக்கு, உண்மையான சிக்கலின் போது தன் நம்பிக்கையுடன் சமாளித்தல் போன்றவை களை ஓரளவு அறியலாம்.

ஆசிரியரின் பங்கு
(Teacher's Role)

ஆசிரியருக்கு இதில் வழக்கமாக கற்பித்தலில் உள்ள இடம் இல்லை. அதற்கு மாருக தேவை ஏற்படும்போது அவர் உதவுகிருர்.

இவ்வுதவியானது மாணாக்கர்களுக்கு தாங்களே உதவுவது போன்றதாகும். எடுத்துக்காட்டாக முயற்சி செய்து பார்ப்பதற்கு ஆலோசனைக்கூற மேற்கோள்கள் உள்ள இடங்களைக்கூறிக் கண்டு பிடிக்கச் செய்தல் போன்றவையாகும். செயல்திட்டத்தில் மாணாக்கர்களுக்கு, தன்நம்பிக்கை, ஆர்வம் போன்றவைக் குன்றுமல் கவனித்துக் கொள்ளவேண்டும். பொருள்கள் கிடைக்கப்பெருத நிலையில் வேறு பலவகை மாற்றுப் பொருள்களைப் பயன்படுத்த, ஆசிரியர் தனது ஆலோசனையைக்கூறி சிறந்த ஒன்றைக் கண்டுபிடிக்கக் கூறலாம். சில வேளைகளில் உண்மையான தடைகள் ஏற்படும்போது, திட்டம் தோல்வி அடையாமல் இருக்க பொருத்தமான மாற்றங்களையும் ஆசிரியர் யோசனைகளாகத் தெரிவிக்கலாம். T. L. கிரின் கூறுவதுபோல் என்ன செய்யவேண்டும் என்பதை ஆசிரியர் கூருமல் மாணாக்கர்கள் தாங்களே முனைந்து செய்ய ஊக்குவிக்க வேண்டும். முதலில் அவர்களை என்ன செய்யவேண்டும் எனத் திட்டமிட செய்து, பின்னர் யார் செய்வது எனத்தீர்மானிக்க வேண்டும். தவறுகள் ஏற்படும்போது உடனே தலையிட்டு நிவர்த்தி செய்வதா? அன்றி மாணாக்கர்களே தங்கள் அனுபவத்தால் அறிந்து திருத்திக் கொள்வதா, என்பதைத் தீர்மானிக்க வேண்டும். செயல் திட்டம் சம்பந்தமாக படிக்க அல்லது கலந்தாலோசிக்க வேண்டிய நூல்கள், காணவேண்டிய இடங்கள், கேட்கப்பட வேண்டியவர்கள் போன்றவைகளை யோசனைகளாகக் கூறலாம். திட்டம் நன்முறையில் நிறைவேற ஆசிரியர் காலம் ஒதுக்குதல், கடமைகளை ஒதுக்குதல் போன்றவைகளைத் திறமையான முறையில் அமைத்துக் கொடுத்து உதவலாம். ஆசிரியர் வேலை மாணாக்கர்களை ஊக்குவித்துக் கொண்டும், வேண்டும்போது உதவுவதும், அவரது அனுபவத்தின் முதிர்ச்சியை வகுப்பு மாணாக்கர்கள் பயன்படுத்தவும் செய்வதாகும். திட்டத்தின் எல்லா வேலைகளையும் செய்யத் தெரிந்தவராகவும், விளக்கம் கூறவும், அறிவுரைக் கூறவும், நடத்திச் செல்லவும், செயல் திட்ட கூட்டுப்பணியில் கூட்டாளியாகவும் இருக்க வேண்டும். ஆசிரியர் ஆணையிடுபவராக அன்றி நண்பனைப்போலவும், வழிகாட்டியாகவும், உடன் பணியாற்றுபவராகவும் இருக்க வேண்டும். கூச்சமுள்ள மாணாக்கர்களுக்கு, வேலைச் செய்ய வாய்ப்பை உண்டாக்கி, செயல்திட்டம் வெற்றிபெற அவர்களையும் பங்கு பெறச் செய்யவேண்டும். மாணாக்கர்கள் பல்வேறு பொறுப்பினை ஏற்கச் செய்யவும் பல்வேறு கடமைகளை நன்முறையில் ஆற்ற வாய்ப்பளிப்பதன் வாயிலாக அவர்களது ஆளுமை நடத்தைகள் நன்முறையில் வளர உதவவேண்டும். மாணாக்கர்களுக்கு அறிவியல் முறையில் பயிற்சி அளித்து அறிவியல் மனப்பான்மை வளர்த்தலைக் குறிக்கோளாகக் கொள்ளவேண்டும். ஆசிரியர் ஒவ்வொரு மாணாக்கரையும் நன்கு அறிந்திருக்க வேண்டும். அப்போது தான்

அவரவர்களுக்கான பணியினைக் கொடுக்க முடியும். வகுப்பில் ஒரு சுதந்திர சூழ்நிலையை உருவாக்கி மாணுக்கர்கள் தங்கள் கருத்துக்களை ஆசிரியரிடம் எத்தகைய அச்சமின்றிக் கூறுமாறு செய்ய வேண்டும். செயல் திட்டம் சரியான முறையில் செல்ல அவர் எப்போதும் சுறுசுறுப்பாகவும், விழிப்பாகவும் இருப்பதோடு தன் முனைப்பு (initiative), ஆர்வம் கொண்டவராகவும் சூழ்நிலைக்கு ஏற்றவாறு, திறமையாக செயல்படக் கூடிய வராகவும், நல்ல அனுபவம் பெற்றவராகவும் இருத்தல் வேண்டும்.

நல்ல செயல் திட்டத்திற்கான அடிப்படை தத்துவங்கள்

(Criteria of a good project)

செயல் திட்டமானது சிறந்த நோக்கத்தைக் கொண்டிருத்தல் அவசியம். தேர்ந்தெடுக்கப்படும் செயல் திட்டங்கள் மாணுக்கர்களுக்கு மிகுபயன் விளைவிப்பதாகவும் இருக்கவேண்டும். அன்றுட வாழ்க்கைக்கு ஏற்றதாகவும் இருக்கவேண்டும். பள்ளிக்கு வெளியில் உள்ள வாழ்க்கையோடும், தொடர்புள்ளதாக இருக்க வேண்டும். தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட செயல் திட்டங்கள் குறிப்பிட்ட சில அடிப்படை குறிக்கோள்களைக் கொண்டிருப்பதோடு மாணுக்கர்களும் என்ன செய்கிருர்கள் என்பனக் குறித்து மிகத் தெளிவான எண்ணம் பெற்று இருத்தல்வேண்டும். செயல் திட்டங்கள் புரிவதன் வாயிலாக பெறும் அனுபவமானது பயன் உள்ளதாக இருக்கவேண்டும். ஏற்றுக்கொள்ளப்படும் செயல் திட்டமானது மாணுக்கர்கள் நல்ல குடிமகனுக வளரவும், அறிவு வளர்ச்சி பெறவும், கூட்டுறவு முறையில் பணிபுரிய கற்றுக்கொள்ள உதவ வேண்டும். நன் முறையில் தேர்ந்தெடுக்கப்படும் செயல் திட்டமானது மாணுக்கர்களுக்கு பலவகை பொறுப்புகளைக் கொடுப்பதாக இருக்கவேண்டும். மாணுக்கர்கள் அவர்களே திட்டமிடவும், சிந்திக்கவும், கருத்துக்களைக் கூறவும், மதிப்பீடுகளைத் தெரிவிக்கவும், அவர்களது திறமைக்கு ஏற்றவாறு செயல் திட்டங்களை உண்டாக்கவும் ஆசிரியர் அனுமதிக்க வேண்டும். செயல் திட்டத்தைத் தேர்ந்தெடுக்கும் போது, ஆண்டின் பருவகால நிலை, சமூகத்தின் தேவை, விருப்பம் போன்றவைகளோடு மாணுக்கரின் வயது, ஆர்வம், திறமை போன்றவைகளையும் ஆசிரியர் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும். செயல் திட்டமானது மாணுக்கர்கள் எந்தவிதமான முயற்சியும், வேலையும் செய்து எவ்வாறேனும் முடித்தே தீர வேண்டும் என்று எண்ணுமாறு சவால் விடக் கூடியதாக இருக்க வேண்டும். இது மிகவும் எளிதாகவும், எளிமையானதாகவும் இன்றி அதே நேரத்தில் மிகவும் கடுமையானதாகவும், நீண்டதாக

வும் இருக்கக் கூடாது. எளிதாக இருந்தால் அலட்சிய உணர்வும், கடுமையாக இருந்தால் ஊக்கமும் குன்றிவிடும்.

செயல் திட்டமானது மாணுக்கர்கள் உடலாலும் உள்ளத்தாலும் எப்போதும் சுறுசுறுப்பாக இருக்கச் செய்யவேண்டும். அவர்களின் நோக்கத்திற்கு ஏற்றவாறு செயல் திட்டங்கள் தேர்ந்தெடுக்கப்படல் வேண்டும். ஆசிரியரால் வற்புறுத்தப்படல் கூடாது. குறிப்பிட்ட பாடவேலை, பாட ஏற்பாடு போன்றவை இருத்தல் கூடாது. அவர்கள் எதைச் செய்வது, எவ்வாறு செய்வது என்பது அவர்களது தேவைக்கு ஏற்றவாறு அவ்வப்போது தீர்மானிக்கப்படல் வேண்டும். செயல் திட்டமானது ஆசிரியர் மாணுக்கர்களின் கூட்டு ஆலோசனையின் பேரில் தேர்ந்தெடுக்கப்படல் வேண்டும். ஆயினும் பெரும்பகுதியானது ஆசிரியரின் உதவியின் பேரில் மாணுக்கர்களாலே செயல்பட வேண்டும். தேர்ந்தெடுக்கப்படும் செயல் திட்டமானது, இயன்ற வரைச் சிக்கனமாகவும், பணமோ, காலமோ பாழாகாமல் இருக்க வேண்டும். தேர்ந்தெடுக்கப்படும் செயல் திட்டம் நெகிழ்ந்தும், வளைந்தும் கொடுக்க கூடியதாக இருக்கவேண்டும். செயல் திட்டத்தைத் தீர்மானிக்கும்போது இறுதி முடிவு எடுப்பதற்கு முன்னர் அதன் நன்மை, தீமைகள், செயல் திட்டத்திற்குத் தேவையான பொருள்களும், தகவல்களும் கிடைக்கக் கூடியநிலை நோக்கம் நிறைவேற்றப் படுவதற்கான வாய்ப்பு, தேவையானக் கருவிகளைச் சேகரித்தல் போன்றவைகளை நன்கு ஆராய வேண்டும்.

நிறைகள்

இது பொதுவாக அறிவியலில் ஆர்வத்தைத் தூண்டுகிறது. பிரச்சனைகளை நன்முறையில் தீர்க்கவும், நடைமுறை விளக்கம் பெறவும் உதவுகிறது. மாணுக்கர்களின் ஆளுமை குணங்களான விடா முயற்சி, தன்னம்பிக்கை, கூட்டுறவு, தலைமை ஏற்று நடத்துதல், மன உறுதி போன்றவை வளர நிறைய வாய்ப்புகளை அளிக்கிறது. உண்மையான சிக்கல்கள், சிரமங்கள் ஏற்படும்போது அவற்றை சமாளித்து, திறமைகளை மாணுக்கர்கள் அடைகின்றனர். அறிவியலில் ஆர்வத்தை வளர்த்து, ஓய்வு நேரத்தை நன்முறையில் பயன்படுத்தவும் அறிவியல் பொழுது போக்குகளை வளர்க்கவும் உதவுகிறது. பாட அறிவுக்கும், வாழ்க்கைச் செயலுக்கும் உள்ளத் தொடர்பை உணர்த்தப் பயன்படுகிறது. இம் முறையில் ஈடுபட்டு கற்றுக் கொள்பவை அனைத்தையும் மாணுக்கர்கள் எந்நாளும் மறப்பதில்லை. இதில் அறிவை விட, அறிவைத் தேடும் முறைக்கு சிறப்பிடம் அளிக்கப்படுகிறது. பிற்காலத்தில் வாழ்க்கையில் ஏற்படும் பிரச்சனைகளைத் தீர்க்க இம்முறையானது பயிற்சி அளிக்கிறது. இது உளவியல் தத்துவத்தையும், கற்றல் விதிகளையும் அடிப்படையாகக்

கொண்டுள்ளது. மாணுக்கர்களது செயல்திறனை வளர்க்கவும், பயனுள்ள தொழிலில் ஈடுபடுத்தவும் உதவுகிறது. உண்மையான சூழ்நிலை நோக்கம் அறிதல், கவர்ச்சி ஏற்படும்போது மாணுக்கர்கள் கற்றலுக்குத் தயாராக உள்ளனர். செய்து கற்றலால் உண்மையான அறிவைப் பெற முடிகிறது. கற்றல் சிறப்பாக நடைபெற வெற்றியும், திருப்தியும் உண்டாக வேண்டும். செயலைச் செய்து முடிக்கும் போது அது உண்டாகிறது. இது கூட்டுறவு முறையையும், குழுக்கள் இணைந்தும் செயல் செய்தலை வளர்க்கிறது. இதன் விளைவாக பொது நலனுக்காக சிந்திப்பது, சகித்துக் கொள்வது, தன்னைச் சார்ந்திருத்தல், கருத்துக்களை வழங்குவது, போன்ற சமூகத்திற்கு அவசியமான பழக்கங்கள் வளர்கின்றன. கற்றலானது சுதந்திரமான சூழ்நிலையில் நடைபெறுகிறது. மாணுக்கர்களே, செயல்திட்டத்தைத் திட்டமிட்டு, தேர்ந்தெடுத்து அவர்களே செய்து முடிக்கிருர்கள். மாணுக்கர்களுக்கு உழைப்பின் உயர்வைக் கற்பிப்பதோடு எந்த வகைப் பணியையும் விரும்பி, மதிப்புக் கொடுத்து செய்யவும் பழக்கம் ஏற்படுகிறது. பாடங்களை நன்ருக இணைத்து கற்பிக்க இயலும். இது மிகவும் உன்னிப்பாகவும், திருத்தமாகவும் உற்று நோக்குதலையும், கண்டு பிடித்தலால் உண்டாகும் மகிழ்ச்சியையும் அடைய வாய்ப்பு அளிக்கிறது. முழுமனதுடன் நோக்கமுடையச் செயலைச் செய்வதோடு, மாணுக்கர்களது அறிவை வளர்க்கவும் உதவுகிறது. செயல் புரியும்போது பிரச்சனைகளைத் தீர்க்க வேண்டும் என்ற உணர்வைத் தூண்டி, ஆக்க பூர்வமான சிந்தனையை வளர்க்கிறது. கல்வி சம்பந்தமான பாடப் பொருளானது முக்கியத்துவம் தரப்படுதலால் இது கல்விப்பயன் உடையது. மாணுக்கர்களும் எத்தகைய சிரமமும் இன்றி கற்றலால் இது சிக்கனமானதும் ஆகும்.

குறைகள்

இது அதிக காலம் எடுத்துக் கொள்ளும் பணியாகும். எனவே தற்போதுள்ள பாடத் திட்டத்தை முடிப்பது சிரமமாகும். அதிக காலம் எடுத்துக் கொள்வதால் அறிவு பெறும் அளவு குறைகிறது. இது ஆசிரியருக்கு அதிகமான வேலை பளுவை உண்டாக்குகிறது. அவர் எப்போதும் விழிப்போடும், தகவல்களைச் சேகரித்துக் கொண்டும் இருக்கவேண்டும். அவருக்குப் போதுமான ஆர்வம், செயல் திட்டம் குறித்து பாட அறிவு, திறமை போன்றவை அவசியம் தேவை. அனுபவம் இல்லாத ஆசிரியர்களால் செயல் திட்டம் முழுத்தோல்வியும் அடையலாம். இது, ஆசிரியர் செயல் திட்டத்தோடு தொடர்புடைய எல்லா பாடங்கள் குறித்தும் பாட அறிவுப் பெற்று இருப்பதாக எண்ணப்படுகிறது. இது மிக அதிகமாக ஆசிரியர் பால் நம்பிக்கைக் கொள்வதாகும். மேல் வகுப்புகளில் பாட

திட்டம் முழுவதையும் செயல் திட்டமுறையில் கற்பிக்க முடியாது; குறிப்பிட்ட காலவரைக்குள் பாடத் திட்டத்தையும் முடிக்க முடியாது. இது பல பாடப் பொருள் குறித்து மேம் போக்கான அறிவையே உண்டாக்குகிறது. எந்த பொருள் குறித்தும் ஆழ்ந்து கற்பிக்கப் படுவதில்லை. கணித பயிற்சி, அறிவியல் சொல் பயிற்சிப் போன்றவைகளுக்கு வாய்ப்பு குறைவு. பாடநூல்கள், ற்பித்தலுக்க கான சாதனங்கள், இம் முறையில் எழுதப்படாமலும், கிடைக்காம லும் உள்ளன. சிறந்த நூல் நிலையம், எல்லா வகையானத் துணைக் கருவிகளையும் கொண்ட ஆய்வகம் போன்றவைத் தேவைப் படுவதா லும், கல்விப் பயணம், சிறுவெளிப் பயணம் (Field trips) போன்ற செலவுகளை, மாணுக்கர்களே ஏற்க வேண்டியுள்ளதாலும் இது அதிக செலவுள்ள முறையாகும். பாடப் பொருள் வளர்ச்சியானது சரியான முறையில் செய்யப்படுவதில்லை. கற்பித்தலானது ஒழுங்கற்ற முறை யிலும், தொடர்ச்சியற்றும், நன்கு அமைக்கப்படாமலும் இருக்கிறது. பாடவேளைத் திட்டமும் பின்பற்ற முடிவதில்லை.

பயன்படுத்துவதற்கான நடைமுறை யோசனைகள்

இம் முறையானது உயர்நிலைப் பள்ளிகளில், கீழ் வகுப்புகளுக்கு ஓரளவு பயன்படுத்தலாம். மேல் வகுப்புகளிலும் சிறிது மாற்றம் செய்தும், சிலவற்றை இணைத்தும் நன்முறையில் கற்பிக்க வாய்ப்பு உண்டு. இதன் முக்கிய நோக்கமே மாணுக்கர்களை அவர்களது அன்றாட வாழ்க்கையோடு தொடர்புள்ள செயலைத் தேர்ந்தெடுத்து, அதை உண்மையான வாழ்க்கைச் சூழ்நிலையில், பயனுள்ள முறை யில் செய்து திறமையும், அறிவும் பெறுவதாகும்.

இம் முறைக்கு ஏற்ற பாட நூல்கள், கற்பித்தலுக்கான சாதனங் கள் இல்லையெனினும் உண்மையான செயலானது இயற்கையான சூழ்நிலையில் நடைபெறுவதால் அங்கு கிடைக்கக் கூடிய பொருளையே பயன்படுத்தலாம். அதிகப் பொருள் செலவு பற்றிய பிரச்சனையும், வருவாய் உள்ள செயல் திட்டங்களைக் கொண்டோ அல்லது செலவைச் சரிசெய்யும் செயல் திட்டங்களைக் கொண்டோ இதனை ஈடு செய்யலாம். உதாரணமாக காய்கறித் தோட்டம் போடுதல், கோழி வளர்த்தல் போன்ற செயல் திட்டங்களையும் மேற் கொள்ளலாம். சரியாக அமைக்கப்படாத ஒழுங்கற்ற பாடப் பொருள்களை வழக்கமான பாடவேளை முறையில் அமைத்து பாடப் பொருளை வகுப்பறையில் கற்பிக்கலாம். நாளின் முற்பகுதியை வகுப்பறைப் போதனைக்கும், பிற்பகல் செயல்திட்ட பணிக்கும் ஒதுக்கலாம். இது அறிவியல் சொல் பயிற்சிப் போன்றவைகளை வளர்க்க உதவும். இவ்வகை முறையால் மேல்படிப்புக்குத் தேவை யான பாட அறிவையும், கொள்கைகளையும், மெய்மைகளையும் நன்கு

கற்பிக்கலாம். பாடப் பொருள் அறிவு குறைவு, மேம் போக்கான படிப்பு, ஒழுங்கற்ற முறையில் அறிவு பெறுதல் போன்ற குறைகளை இதனால் களையலாம்.

உயிரியல் பாடம் கற்பித்தலில் இம் முறை நன்கு பயன்படுத்த லாம். ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியில், ஆண்டின் பல பருவங்களில் காணப்படும் தாவரங்கள், பிராணிகளை அறிய வாய்ப்பு ஏற்படுத்த லாம். முக்கியமாக எவ்வாறு தாவரங்களும், பிராணிகளும் பருவ காலங்களின் மாறுபாட்டிற்கு ஏற்றவாறு அவைகள் அனுசரித்துக் கொள்கின்றன என்பதையும் கவனிக்கச் செய்யலாம். பல்வேறு காலங்களில் பூக்கும், காய்க்கும் தாவரங்கள், பறவைகளின் இனப் பெருக்க காலங்கள், சில உயிரினங்கள் குறிப்பாக வண்ணத்துப் பூச்சி போன்றவைகள் அதிகமாகக் காணப்படும் அல்லது இல் லாத காலங்களை அறிதல் போன்றவைகளை உற்று நோக்கச் செய்ய லாம். பறவை இனம் குறித்து பருவ மாறுபாடு காலங்களில் கவனித்து அறிதல் மிகவும் கவர்ச்சியாகவும், சுவையாகவும் இருக்கும். இவ்வாறு ஆய்வு செய்யும் போது நன் முறையில் திட்ட மிடுதலும், அமைத்தலும் மிகவும் முக்கியமாகும். குழுக்கள் சிறியன வாக மூன்று உறுப்பினர்களும், ஒரு தலைவனையும் கொண்டதாக இருக்கலாம். ஒவ்வொருவருக்கும் ஒரு வேலை ஒதுக்கப்படலாம், குழுத் தலைவர் இறுதியில் அறிக்கைகளைச் சேகரித்து தொகுக்க வேண்டும். உற்று நோக்கலின்போது குறிப்புகளை உடனுக்குடன் குறிக்க வேண்டும்.

பலவகையான செயல் திட்டங்கள்

1. சேகரிக்கும் செயல் திட்டங்கள் (Collection Projects)

பல வகை வடிவமான இலைகள், கிளிஞ்சல்கள், பூக்கள், விதை கள், தாவரங்கள், பலவகையான கடற் பிராணிகள் போன்றவை களைச் சேகரித்தல், வகைப்படுத்துதல், பதப்படுத்துதல், பாதுகாத்தல் போன்றவைகளாகும். இவைகள் ஒரு நோக்கத்தை அடிப்படை யாகக் கொண்டு செயல்பட வேண்டும்.

2. இனம்காணும் செயல் திட்டங்கள் (Identification Projects)

பலவகையான பூக்கள், செடிகள், பழங்கள், கடற் பிராணிகள், விதைகள், மரவகைகளைச் சேகரித்து அதன் இனங்களை ஆராய்தல்.

3. அமைத்தல் அல்லது செயலை அடிப்படையாகக் கொண்டவை

ஒரு செயலை அடிப்படையாகக்கொண்டு அமைப்பது, எடுத்துக் காட்டாக பள்ளித் தோட்டம் போடுவது, மாதிரிப் பொருள்கள்

செய்தல், பள்ளி அருங்காட்சியகம் அமைத்தல், சொந்தமாக உயிரியல் துணைக் கருவிகளைத் தயாரித்தல், மீன் காட்சிசாலை அல்லது நீர் வாழ் பொருட்காட்சியகம் (Aquarium) நிலவாழ் பொருட் காட்சியகம் (Terrarium) போன்றவைகளை அமைத்தலாகும்.

4. சுற்றுலா செயல் திட்டங்கள்

அருங்காட்சியகம், பொது சுகாதார ஆய்வகம், பண்ணைகள், கடற்கரை, பலவகைத் தாவரங்கள் நிறைந்த குன்று அல்லது மலைப் பகுதிக்குக் கல்வி உலா சென்று வருதல்.

5. உற்று நோக்கலை அடிப்படையாகக் கொண்டவை

விதைத்தலுக்கான பருவம், பூக்கள் மலரும் பருவம், பழங்களும் விதைகளும் பரவும் வகைகள், குறிப்பிட்ட மீன்கள் காணும் பருவம் போன்றவைகளாகும். இவற்றை வெளிப்பயணம், இயற்கை பஞ்சாங்கம் தயாரித்தல் போன்றவைகளுடன் இணைத்து கற்பிக்கலாம்.

6. அளவாய்வு செயல் திட்டங்கள் (Survey Projects)

குறிப்பிட்ட இடத்தை அளவாய்வு செய்து அங்கு காணப்படும் பலதிறப்பட்ட தாவரங்கள், பிராணிகளை ஆராய்தல். ஈக்கள், கொசுகள் எங்கு இன விருத்தி செய்கின்றன என ஆய்தல் போன்றவை.

7. படித்த தகவல்களைச் சேகரிக்கும் செயல் திட்டங்கள் (Reading and information Project)

பலவகை நூல்களைப் படித்து பாட அறிவும், திறமையும் பெருக்குதல். பலவகை மரங்களின் பரிணும வளர்ச்சி, சாதாரண தொற்று நோய்களுக்கான காரணங்களை அறிதல் போன்றவை.

8. பொருட்காட்சி அமைக்கும் செயல் திட்டம் (Exhibition Projects)

கல்வி உலாவின்போது வகுப்பு மாணுக்கர்கள் தனியாகவும், குழுக்களாகவும் சேகரித்த பொருள்கள், அறிவியல் கழகத்திலும், அறிவியல் பொழுது போக்கிற்காகவும் தயாரித்த பொருள்கள், பலவகைச் செயல் திட்டங்களின் விளைவாக கிடைத்த பொருள்களைக் கொண்டு பொருட்காட்சி செயல் திட்டம் அமைக்கலாம்.

வினுக்கள்

1. உயிரியல் பயிற்றுதலில் 'கண்டறி முறை' பற்றிக் கூறு.

2. உயிரியலைக் கற்றலுக்குரிய ஏதாவது ஒரு 'கூட்டு முறை' யைப் பற்றி சிறு குறிப்பு வரைக.

3. உயிரியலைப் பயிற்றுவதற்கான செயல்திட்ட முறையினை விவரிக்க. மாணவர்கள் அதிக பங்கு பெறுவதற்கேற்ப இதனை எவ்வாறு திட்டமிடுவீர்.

4. செய்துகாட்டுதல் முறையை விளக்கி அதன் நிறை, குறைகளைக் கூறு. உயிரியல் கற்பித்தலில் எவ்வாறு பயன்படுத்துவாய்?

5. உயிரியல் கற்பித்தலில் 'விரிவுரையுடன் கூடிய செய்துகாட்டும் முறை'யை விவரி.

6. கீழ்க்கண்ட பயிற்று முறைகளை உயிரியல் பாடம் கற்பித்தலில் எவ்வாறு பயன்படுத்துவாய் என்பதை தக்க உதாரணத்துடன் விளக்குக.

(1) பாடத் தலைப்பு முறை.

(2) வரலாற்று முறை.

(3) வாழ்க்கை வரலாற்று முறை.

7. விரிவுரை முறையின் நிறைகள், குறைகள் யாவை ? அதனை உயிரியல் கற்பித்தலுக்கு எவ்வாறு பயன்படுத்துவாய் ?

8. உயிரியல் கற்பித்தலில் தனியாள் ஆய்வக முறையின் நிறைகளையும், குறைகளையும் கூறி அதனை எவ்வாறு கையாளுவாய் எனக் கூறு.

9. 'ஒப்படை முறைகள்' என்றால் என்ன ? நல்ல ஒப்படைக்கான சிறப்பு அம்சங்களைக் கூறி அதன் நிறை, குறைகளை விளக்குக. உயிரியல் கற்பித்தலில் இம் முறையை எவ்வாறு பயன்படுத்துவாய் ?

5. உயிரியல் ஆய்வகம்

அறிவியல் ஆய்வகத்தின் அவசியம்

அறிவியலைப் பயனுள்ள வகையிலும், திறமையாகவும் கற்பிக்க எல்லா விதமானத் துணைக் கருவிகளும், வசதியும் கொண்ட ஆய்வகம் அவசியமாகும். உயர்நிலைப் பள்ளியில் அறிவியல் கற்பிப்பதில் அண்மை காலத்தில் பெரும் மாற்றங்கள் ஏற்பட்டுள்ளன. மாணாக்கர்களின் மனதில் அறிவியல் கருத்துக்களைத் திணிப்பதை நோக்கமாகக் கொள்ளாமல், திறமையை நன்முறையில் பயன்படுத்தலை வளர்த்தல், பரிசோதனை செய்யும் திறன்களை வளர்த்தல், புதியன வற்றை உண்டாக்குதல், எளிய பொருள்களிலிருந்து சொந்தமாகக் கருவிகளைச் செய்தல், அறிவியல் மனப்பான்மை, கவர்ச்சி, உணர்ந்து போற்றுதல் போன்றவற்றை பெருக்குதல் குறிக்கோளாகும். இவை களை மாணாக்கர்கள் அடைய வேண்டுமானால், அவர்கள் தங்கள் கைகளினாலேயே, அறிவியல் சூழ்நிலை உள்ள இடத்தில் பணி செய்வதால் தான் பெற முடியும். மாணாக்கர்கள் வாழும் சூழ்நிலை யோடு அறிவியல் கருத்துக்களையும், அவைகள் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளவைகளையும் நன்கு அறியச் செய்வதே ஆய்வகத்தின் முக்கிய நோக்கங்களில் ஒன்றாகும். ஆய்வகத்தில் மாணாக்கர்கள், உற்று நோக்கும்போது பிரித்துக் காணுதல், காணும் விபரங்களுக்கு பொருள் அறிதல், கவனமாகச் செய்தல், திறமைகளை வளர்த்தல் போன்றவைகள் கற்பிக்கப்படல் வேண்டும். ஆய்வகமானது அறிவியல் கற்பித்தலில், இணைந்த ஒன்றாக இருத்தல் மிகவும் அவசிய மாகும். அது அறிவியல் கற்பித்தலின் நோக்கங்களை அடைய உதவுவதோடு, எதிர் காலத்தில் அறிவியல் துறையானது வளர்ச்சி அடையவும் உதவுகிறது. பள்ளியின் அறிவியல் ஆய்வகமானது கட்டும்போது அறிவியல் ஆசிரியரையும், யோசனைக் கேட்டு கட்டுபவர்கள், செய்வதனால், சிறந்த முறையில் கல்வியின் நோக்கங்களை அடைய உதவும், தரமான ஆய்வகத்தை உண்டாக்கச் செய்யலாம்.

நல்ல உயிரியல் ஆய்வகத்தின் சிறப்பு அம்சங்கள்

1. ஆய்வகமானது பரிசோதனைச் செய்யும் போது, மாணாக்கர்கள் தாராளமாகச் சென்று வரும் வகையில், போதுமான இட வசதியைக் கொண்டிருத்தல் வேண்டும்.

2. உயிரியல் ஆய்வகம் அமைக்கும் இடம் கவர்ச்சிகரமாக இருக்கத் தனிக் கவனம் செலுத்த வேண்டும். அவை சுத்தமான காற்று, காற்ரேட்ட வசதி, ஒளி அமைப்பு, தட்ப வெப்ப நிலை, வண்ண அமைப்பு போன்றவைகள் அவசியமாகும்.

3. ஆய்வத்தைத் திட்டமிடும் போதும், அமைக்கும் போதும் ஆசிரியர் பரிசோதனைச் செய்துகாட்டுவதற்கும், மாணுக்கர்கள் தனியாகவும், குழுக்களாகவும் வேலை செய்ய வசதியாக அமைத்துக் கொள்ளவும், வகுப்பு நேரத்திற்குப் பின்னர் அறிவியல் கழகச் செயல்களை நடத்தவும் ஏற்றதாக இருக்கவேண்டும்.

4. மாணுக்கர்கள் பரிசோதனைச் செய்யும்போது, ஆசிரியர் நன்கு மேற்பார்வைச் செய்வதற்கு வசதியாக இருக்க வேண்டும்.

5. துணைக் கருவிகளையும், பொருள்களையும் சேமித்து வைப்ப தற்குப் போதுமான இடவசதி இருக்கவேண்டும். தயாரிப்பு இட வசதியும் அவசியமான ஒன்ருகும்.

6. ஆய்வகத்தில் தேவையான இடங்களில், வாயு, நீர், கழிவு நீர் வெளியேற்றம், மற்றும் மின்சார இணைப்பு வசதி இருக்க வேண்டும். இவைகளை கட்டுப்படுத்தும் முக்கிய இணைப்பு (control) ஒவ்வொரு அறையிலும் இருக்கவேண்டும்.

7. பள்ளித் தோட்டமும், அது இயன்ற வரை உயிரியல் ஆய் வகத்தைச் சேர்ந்தாற் போல் இருத்தலும் வேண்டும்.

8. உயிரியல் ஆய்வகம் கீழ் மாடியில் இருந்தால் மிகவும் நல்லது. மேல் மாடியில் ஆய்வகமானது இருந்தால் நெருக்கடியான சமயங்களில் வெளியேற வாயில்கள் இருக்கவேண்டும்.

9. ஆய்வகமானது கைத் தொழிலறை, இசை வகுப்பு, விளையாட்டிடம், அலுவலகம், பள்ளியின் முக்கிய வாயில் இவை களின் அருகில் இருக்கக்கூடாது.

ஆய்வகத்தைத் திட்டமிடுதலும் அமைத்தலும்

ஆய்வகத்திற்குத் திட்டமிடும்போது கீழ்க்கண்டவைகளைக் கருத்தில் கொள்ளவேண்டும்.

1. ஒரே நேரத்தில் சோதனை செய்யும் மாணுக்கர்களின் எண் ணிக்கை.

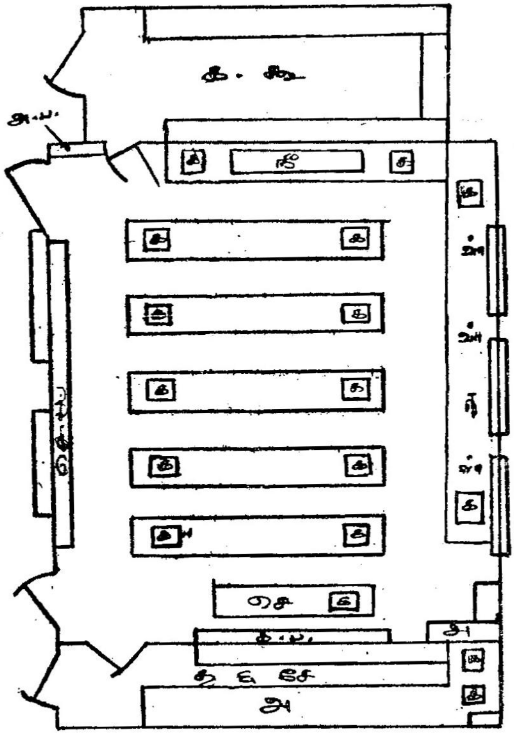
2. ஒவ்வொரு மாணவனும் வசதியாகச் சோதனை செய்ய தேவையான குறைந்த அளவு இடம்.

3. பள்ளியில் உள்ள அறிவியல் ஆசிரியர்களின் அளவு.

4. துணைப் பொருள்கள் சேமித்து வைப்பதற்கான இடத் தேவைகள்.

5. அறிவியல் வகுப்பறையாகவும், ஆய்வகமாகவும் வைத்துக் கொள்ளுமாறு அமைத்தல்.

6. பொருளாதாரச் சூழ்நிலை (அதாவது இயன்ற வரை குறைந்த செலவு வகைகள்).



படம்—1.

உயிரியல் ஆய்வகம்

க—கழிநீர்த் தொட்டி; வா—வாயு; நீ—நீர் வாழ் பொருட் காட்சியகம்; செ—செய்து காட்டும் மேஜை; க.ப—கரும் பலகை; அ—அலமாரி; த & சே—தயாரிப்பு, சேமிப்பு அறை; அ.ப.—அடுக்குப் பலகை; க.கூ.—செடிகளை வளர்க்கப் பயன்படும் கண்ணாடிக் கூடு; செ.ப.—செய்தி பலகை.

அமைப்பு முறை

இட அமைப்பு

உயிரியல் ஆய்வகமானது கட்டிடத்தின் கீழ் பகுதியில் இருத்தல் நலம். தனிக் கட்டிடமாக இருத்தல் விரும்பத் தக்கது. அல்லது கட்டிடத்தின் ஒரு ஓரத்தில் அமைக்கப்படலாம். பள்ளித் தோட்டத்திற்கு அருகில் இருக்கவேண்டும்.

இட வசதி

ஒரு மாணுக்கருக்கு 30 ச. அடியிலிருந்து 35 ச. அடி விகிதத்தில், மாணுக்கர்களின் எண்ணிக்கைக்கு ஏற்ப அமைக்க வேண்டும். 45 அடி × 25 அறையானது சுமார் 40 மாணுக்கர்களுக்குச் செய்து காட்டவும், 20 மாணுக்கர்கள் பரிசோதனைச் செய்யவும் வசதியாக இருக்கும்.

தரை, சுவர்

அறையின் சுவர் சுமார் $1\frac{1}{2}$ அடி அகலமிருந்தால் போதுமானதாகும். சுவர்களுக்கு வெள்ளை சுண்ணும்பு பூசுவதை விட, பெயின்ட் அல்லது 'டிஸ் டெம்பர்' செய்வது மிகவும் நல்லதாகும். தரையானது சிமெண்ட் போடப்பட்டிருத்தல் நல்லது. சுவர்களின் மூலைகள் வட்டமாக அமைக்கப்பட்டால் அழுக்குகள் தங்காது. தரையை ஒரு பக்கம் சிறிது சரிவாக அமைத்தால் நீர் விட்டு கழுவி விட வசதியாக இருக்கும்.

சன்னல்களும் கதவுகளும்

பக்கத்திற்கு மூன்று வீதம் பெரிய (8 அடி × 6 அடி) சன்னல்களை அமைத்து காற்றோட்ட வசதி செய்யப்படல் வேண்டும். வெளிச்சம் மேலும் தேவைப்பட்டால், கட்டிடத்தில் மேலிருந்தும் பெற ஏற்பாடு செய்யலாம். சன்னல்களைக் கருப்புத் திரையால் மூடும் வசதி இருக்கவேண்டும். கதவுகளை வெளிபுறம் நோக்கி திறந்து மூடுமாறு இருக்கவேண்டும். இதனுல் தேவைப்பட்டால் உட்பகுதியை அலமாரியாகப் பயன்படுத்தலாம். ஆய்வக அறைக்கு இரண்டு வாயிற்படிகள் இருக்கவேண்டும். உள்ளே நுழைவதற்கு ஒன்றும், வெளியில் வருவதற்கு ஒன்றுமாகப் பயன்படுத்தலாம். வாயிற் கதவுகள் ஆபத்து அல்லது நெருக்கடியான நேரங்களில், மாணுக்கர்கள் வெளியேறுவதற்கு வசதியாக வெளிநோக்கி திறக்குமாறு இருக்கவேண்டும். பள்ளியானது ஊருக்குள் அமைந்திருந்தால் சன்னல்களின் கீழ் பாதியில் நிரந்தரமாக கம்பிவலை அடித்து விடல் வேண்டும்.

மரச்சாமான்களும், கரும்பலகை வசதியும்

ஆய்வகத்தில் ஒரு பெரிய சுவர் கரும்பலகை 10 அடி நீளம் × அடி உயர அளவில் இருக்கவேண்டும். இது ஆசிரியர் செய்து காட்டும் போது, படம் வரைந்து விளக்கவும், முக்கிய அறிவியல் வார்த்தைகளை எழுதவும் பயன்படும். மாணுக்கர்கள் பரிசோதனைச் செய்ய 6 அடி நீளம் 3½ அடி அகலம், 3 அடி உயரமுள்ள மேஜைகள் இருக்கவேண்டும். ஒவ்வொரு மேஜையிலும் நான்கு மாணுக்கர்கள் பரிசோதனைச் செய்யலாம். இம் மேஜைகள் யாவும் தேக்கு மரத்தாலானவையாகும். மேஜைகளுக்கு வார்னீசு பூசப்பட்டு மேல் பாகம் மெழுகு பூசப்பட்டிருக்கும். மேஜைகளுக்கு இடையே மாணுக்கர்கள் பரிசோதனைச் செய்ய 3½ அடி இடைவெளியிருக்கும். சோதனைச் செய்யும் மேஜைக்கு அருகில் மாணுக்கர்கள் அமர்வதற்கு ஏற்ப இரு அளவுகளில் இருக்கைகள் (stools) இருக்கும். இவை சுமார் மாணுக்கர்களின் வயதிற்கேற்ப 18அங்குலம் முதல் 22அங்குல உயரமிருக்கும். சாய்வு வசதிகள் இருக்காது. சுவர்களுக்கும், மேஜைக்கும் இடையே உள்ள தூரம் சுமார் 3 அடி இருக்கும். கரும்பலகைக்கு எதிரே உள்ள செய்துகாட்டும் பணிக்கான மேஜையின் மேல்பாகம் காரீயத்தால் (Lead) அமைக்கப் பட்டிருக்கும். மாணுக்கர்கள் பரிசோதனை செய்யும் மேஜைகள் சமமாகவும், தூசுகள் அடையாத வகையில் எவ்விதமான ஆடம்பர வேலைப் பாடுகளும் இன்றி இருக்கும். செய்துகாட்டும் மேஜை ஆசிரியர் பரிசோதனை செய்துகாட்டவும், மாணுக்கர்கள் பரிசோதனைச் செய்யும் போது, வேதியியல் பொருள்களை வைக்கவும் பயன்படும்.

அறையின் பக்க சுவர் இரண்டிலும் தரையிலிருந்து 3 அடி 3 அங்குல உயரத்திலும், ஒரு அடி அகலத்திலும் இடைவெளி அமைத்து அதில் தராசுகள் வைக்கப்படலாம். துணைக் கருவிகளையும், பிற சாமான்களையும் சுவரிலுள்ள அலமாரியில் வைத்துக் கொள்ளலாம். ஆய்வக அறையில் 7 அடி உயரம், 5 அடி அகலமும், 1½ அடி ஆழமும் உள்ள அலமாரிகள் நான்கு வைக்கப்படலாம். இந்த 1½ அடியில், ஒரு அடி சுவருக்குள்ளும் ½ அடி வெளியிலும் நீட்டிக் கொண்டிருக்கும். இந்த அலமாரிகளில் சாமான்களும், பொருள்களும் வைக்கப்படும். சன்னல்களுக்கு இடையே உள்ள சுவரில் அறிவிப்புப் பலகை பொருத்தி வைக்கலாம்.

நீர்வசதி (water supply)

உயிரியல் ஆய்வகத்திற்கு தொடர்ந்து வரும் நீர்வசதி மிகவும் அவசியமாகும். 1,000 முதல் 5,000 காலன் கொள்ளளவுள்ள மேல் நிலை நீர்த் தொட்டி, பள்ளி கட்டிடத்திற்கு மேல் கான்கிரீட்டால் கட்டி, அதில் தண்ணீர் நிரப்பி எப்போதும் ஆய்

வகத்திற்கு நீர் வருமாறு செய்யப்படலாம். சிறிய பள்ளியாக இருந்தால் ஒவ்வொரு கழிநீர்த் தொட்டிக்கு (Sink) அருகிலும் பீலி வைத்த டிரம்மில் அடிக்கடி தண்ணீர் நிரப்பி, நீர்வசதி செய்யலாம். ஆய்வகத்தில் குறைந்தது நான்கு இடத்திலாவது நீர் இணைப்பு இருக்கவேண்டும்.

கழிநீர்த் தொட்டி (Sinks)

ஆய்வகத்தில் சுமார் 15 × 12 × 8 அங்குல அளவுகள், அல்லது 30 × 15 × 10 அங்குல அளவுகளில் நான்கு கழிநீர்த் தொட்டிகள், நீர் குழாய்க்கு அடியில் பொறுத்தப் பட்டிருக்கும். சற்று சிறிய கழிநீர்த் தொட்டி ஒன்றும் ஆசிரியர் செய்துகாட்டும் மேஜைக்கு அருகில் இருக்கும். இவைகள் சுவர் ஓரங்களிலும், சன்னலுக்கு இடையிலும் அறைக்குள் நீட்டிக் கொள்ளாமல் அமைக்கப்பட்டிருக்கும் காகிதங்கள், கண்ணாடித் துண்டுகள், பிராணிகளின் பாகங்கள் போன்ற திடப் பொருள்கள், குழாயில் சென்று அடைத்துக் கொள்ளாமல், தொட்டியின் அடியில் சிறு சல்லடை அமைப்பு வடித்துப் பிரிப்பதற்கு அமைத்தல் அவசியம். தொட்டிகளுக்கு அடியில் குழாய்கள் பொறுத்தப்பட்டு, கழிவுநீர் வெளியேற்றப்படும். அல்லது குழாய்க்கு அடியில் துத்துளாக வாளிகள் வைத்தும் கழிவு நீரை அடிக்கடி வெளியேற்றலாம்.

குழாய் இணைப்புகள்

நீருக்கு குழாய் இணைக்கும் போது நான்கு அல்லது ஐந்து ½ அங்குல குழாய்கள் ஒரு அங்குல விட்டமுள்ள குழாயிலிருந்து இணைக்கலாம். இக் குழாய்கள் சுவர்களைத் தவிர, ஆய்வக மேஜை மீது வராமல் பார்த்துக் கொள்ளவேண்டும். போதுமான வசதிகள் இருந்தாலன்றி, பூமிக்கு அடியில் நீர்க் குழாய்களைப் புதைத்தலைத் தவிர்க்க வேண்டும்.

வாயு வழங்குதல் (Gas Supply)

ஆய்வகத்திற்கு எரிவாயு ஏற்பாடு மிகவும் அவசியமாகும். உயிரியல் ஆய்வகத்திற்கு உயர்நிலைப் பள்ளி நிலையில் ஒவ்வொருவருக்கும் தேவையில்லை எனினும் நான்கு, ஐந்து இடங்களில் அமைக்கலாம். இவை மண்ணெண்ணெ வாயு அமைப்பு, கரிவாயு அமைப்பு, பெட்ரோல் காற்று வாயு அமைப்பு (petrol air gas plant) என பல வகைப்படும். இதில் பெட்ரோல், காற்று வாயு அமைப்பையும், சிறிய பள்ளிகளில் சாராய விளக்குகளையும் பயன்படுத்தலாம்.

ஒளி அமைப்பும் காற்ரோட்டமும்

உயிரியல் ஆய்வகத்திற்குப் போதுமான ஒளி வசதி மிகவும் அவசியமாகும். கரும்பலகை, செய்துகாட்டும் மேஜைக்கு ஒளி ஏற்பாடு செய்வதில் கவனம் செலுத்தவேண்டும். உயிரியல் சம்பந்தமான பரிசோதனையின் போது, குறிப்பாக சிறிய பிராணி களை அரியும் போதும் மற்ற உயிரியல் நுண் பொருள்களை, நுண் தரிசினிக் கொண்டு ஆராயும் போதும் ஒளி மிகவும் அவசியமாகும். மின் விளக்குகளை நகரும் புல்லிகள் மூலம் இரண்டு அடி முதல் எட்டு அடி வரை ஏற்றி இறக்க வசதிகள் செய்யப்படல் வேண்டும். உயிரியல் பரிசோதனை சிலவற்றிற்கு இரண்டு அடி அருகில் ஒளி தேவைப்படலாம். ஆயத்த அறைக்கும் ஆய்வகக் கதவுக் கருகிலும் இரு முனை சொடுக்கி அல்லது, மின்விசைத் திருப் பான் (switch) அமைக்கப்படலாம். பாதரச ஆவி விளக்கானது விரும்பத்தக்க ஒளி தந்த போதிலும் அதில் அடிக்கடி மினுக்குதல் போன்ற குறைபாடு ஏற்படலாம். தேவைப்பட்டால் இருட்டாக்கும் வசதி ஆய்வக அறையில் இருக்கவேண்டும். ஆய்வகத்தில் காற்ரோட்ட வசதி கவனம் பெற வேண்டும். அசுத்த காற்றுகள் வெளியேறவும், புதிய நல்ல காற்று உள்ளே வரவும் ஏற்பாடு செய்ய வேண்டும்.

பிற அமைப்புகள்

ஆய்வகத்தில் தேவையான அளவு பரண்களும் (Racks) அ மாரி, சில அடுக்குப்பலகை (Cup boards) இருக்கவேண்டும். இவைகளில் உலர்ந்த தாவரங்கள், படச்சுருள், நுண் தரிசிக்கான நழுவங்கள் வைக்கப்படலாம். உயிரியல் ஆய்வகத்தில் மீன் காட்சிசாலை, நிலவாழ் உயிரினக் காட்சிசாலை அமைக்க இடவசதி இருக்கவேண்டும். ஆய்வகத்தில் காட்சிப் பொருள்கள் வைக்க கண்ணாடி மேல் மூடிகளைக் கொண்ட அருங்காட்சியகம் பெட்டி களுக்கு இடவசதி வேண்டும். ஆய்வகத்தில் கீழ்க்கண்ட வேதியற் பொருள்கள் தனி அலமாரியில் வைக்கப்பட வேண்டும். அயோ டின், இயோசின் (eosin), ஆல்கஹால், கனடாபால்சம், பார்மலின், சைலால் (xylal), டர்பென்டைன், கந்தக அமிலம், நைட்ரிக் அமிலம், ஹைட்ரோகுளோரிக் அமிலம் போன்றவையாகும். கண்ணாடி சாமான்கள், சோதனைக் குழாய், பூச்சி கொல்லும் ஜாடி, பதப் படுத்தி சேமித்து வைக்கும் ஜாடிகள், அளவு ஜாடிகள் (measuring jar) புனல்கள், கண்ணாடிச் குவளை (Beaker), போட்டோ மீட்டர், மானோ மீட்டர் போன்றவை.

மாதிரிப் பொருள்களும் படங்களும்

மானிட உடற் கூறு இயல் (Human physiology) பற்றிய மாதிரிப் பொருள்கள், மற்றும் பிராணி, தாவரங்கள் பற்றிய மாதிரிப்

படங்கள் வைப்பதற்கு இடவசதி செய்யவேண்டும். உயிரியல் ஆய்வகத்தில் உயிரியல் நூலகம் வைப்பதற்கு இடம் ஒதுக்கி உயிரியல் பாட சம்பந்தமான பாடநூல்கள், மேற்கோள் நூல்கள் போன்றவைகளைத் தனி அலமாரியிலும், மற்றும் முக்கியமான வார, மாத இதழ்களையும் படிக்க வசதியும் செய்வது மிகவும் பயனுள்ளதாகும்.

உயிரியல் ஆய்வக சுற்று சூழல்கள்
(Laboratory Surroundings)

1. தோட்டத்திற்கு அண்மையும், எளிதில் அணுகும் தன்மையும்

உயிரியல் கற்பித்தலில் பள்ளித் தோட்டம் இன்றியமையாத ஒன்றாகும். எளிதில் அடிக்கடி சென்று வரும் வகையில் வசதியாகவும் இருத்தல் வேண்டும். இந்த ஏற்பாடானது காலத்தைப் பெரிதும் மிச்சப்படுத்தும். ஆய்வகத்தை ஒட்டியுள்ள திறந்த பக்கமுள்ள தாழ்வாரத்தை (Verandah) சிலவகைப் பரிசோதனைகளைச் செய்து வைப்பதற்கும், தேவையானால் வகுப்புகள் நடத்தவும் பயன்படுத்தலாம். இத்தாழ்வாரத்தின் தரை, 'கான்கிரிட்' தளம் செய்யப்பட்டும் சூரிய ஒளி, மழையால் பாதிக்காமல் கூரையும் வேயப்பட்டிருத்தல் அவசியம். ஆனால் அதே சமயத்தில் தாழ்வாரம் ஆய்வகத்திற்கு வரும் ஒளியைக் குறைக்காமலும் கவனித்துக் கொள்ள வேண்டும். ஆய்வகமானது கட்டிடத்தின் ஓர் அறையாக இருந்தால், தாழ்வாரத்தில் ஒரு பக்கம் மட்டும் வைத்துக் கொள்ளலாம். தாழ்வாரத்திலிருந்து தோட்டத்திற்குச் செல்வதற்கு கடினமானத் தரைக் கொண்ட பாதை இருக்கவேண்டும். இது மழைக் காலத்திலும் சென்று வர வசதியாக பாதை 'கான்கிரிட்' போடப்பட்டிருத்தல் நன்று. பாதையின் இரு மருங்கிலும் செயற்கையான வாழ் விடங்களை (Ecological habitats) ஏற்படுத்தலாம். பட்டையான கற்களுக்கு இடையில் சிறிது மண்ணை வைத்து சிறிய சுவர் ஏற்படுத்தி, மேல் பாகத்திலும் ஒரு அங்குல உயரத்திற்கு மண்ணை வைத்து உலர்ந்த சுவர் (dry walling) உண்டாக்கலாம். இதில் சில தாவரங்களை நட்டும், சிறு பாசங்கள் (mosses) போன்றவை வளரவும் செய்யலாம். கற்களையும், மண்ணையும் கொண்டு சிறு குன்றுகள் (Rockery) போல், சூரல் போன்ற மலை வளர் செடியினங்களுக்காக இடையிடையே மண் பெய்த பாறை அடுக்குகளின் மீது செயற்கையாக அமைக்கப்பட்ட பண்ணையும் ஏற்படுத்தலாம்.

தோட்டக் குடில் (Garden Shed)

இது தோட்ட வேலைக்கான கருவிகளையும், பொருள்களையும் சேமிக்கும் கிடங்காகவும் பயன்படுகிறது. தோட்ட வேலைக் கருவி

களான, மண்வெட்டி, கடப்பாறை, மண் கிளறி, கூடை, வாளி, இவற்றுடன் பூச்சி மருந்துகள் போன்ற வேதியல் பொருள்கள், செயற்கை உரங்கள், மற்றும் தேவையான மணல், சிமெண்ட், கற்களை வைக்கவும் சேமிப்புக் கிடங்காகவும் பயன்படுகிறது. ஆய்வகத்திற்குள் செய்ய முடியாத சில அமுக்கு உண்டாகும் அல்லது வசதி குறைவான பரிசோதனைகளைத் தோட்டக் குடிலில் செய்யலாம். எடுத்துக்காட்டாக, தொட்டியில் செடிகளை நடுதல், செடி கன்றுகளைப் பிடுங்கி நடுதல், மண் வகைகளைக் கலத்தல், தோட்டத்து விளைபொருளை எடை போடுதல், தரை கீழ் விளைபொருளான கிழங்கு போன்றவைகளின் மண்ணை நீக்குதல், போன்றவைகளை இக் குடிலில் செய்யலாம். இவைகளைச் செய்ய கடினமான அமைப்புக் கொண்ட ஒரு பெஞ்சு, வில் தராசு, மாணுக்கர்களுக்கான ஒரு வேதியல் தராசு (chemical balance), பல அளவான சல்லடைகள், பல அளவுகளில் கூடைகள், சில கண்ணாடி ஜாடிகள், மீட்டர் அளவு கோல், அளவு ஜாடி (measuring jar) ஆகியவையும் அவசியமாகும் நஞ்சுடைய வேதியல் பொருள்களைப் பூட்டி வைக்க சிறிய பெட்டியும் இருத்தல் வேண்டும்.

அருஞ் செடி கொடிகளை வளர்க்கப் பயன்படுத்தும் கண்ணாடி கூடு (Green House)

இது பொதுவாக நடுவெப்ப மண்டல பிரதேசங்களில் (Temperate regions) வெளி நாட்டுத் தாவரங்களையும், செடிக் கன்றுகளையும், தேவையான வெப்பம், நீர், ஈரப்பசை போன்ற சூழ்நிலையைக் கொடுப்பதற்கு பயன்படுத்தப்படும். வெப்ப நாடுகளிலும் தாவரங்கள், சூரிய வெப்பம், காற்றுகளால் உலராமல் தடுக்கவும் பயன்படுகிறது. இது மரச் சட்டங்களைக் கொண்டு, பெரிய கூடு அமைத்து, பக்கங்களிலும், கூரைப் பாகத்திலும் கண்ணாடித் தகடுகளைப் பொறுத்துவதாகும். இதன் அளவானது தேவைக்கு ஏற்பவும், பொருளாதார வசதியைப் பொருத்தும் செய்துக் கொள்ளலாம். இக் கூட்டில் ஒரு கதவும், மேல் கூரையைத் திறந்து மூடும் அமைப்பும் இருக்கும். பக்க சுவரில் 30 அங்குல அகலமுள்ள பலகை அடுக்குகளை அமைத்து சிறிய தாவரங்கள் அங்கு வைக்கப்படலாம். கூரையிலிருந்து தொங்கும் தொட்டிகளிலும் செடிகளை வைத்து வளர்க்கலாம். கண்ணாடிக் கூரையின் உள்பக்கம் பச்சை அல்லது வெள்ளை வண்ணம் பூசி வெப்பத்தின் தாக்குதலைக் குறைக்கலாம்.

இவைகளைத் தவிர, பிற ஆய்வகங்களைப் போல், சேமிப்பு. ஆயத்தம் செய்தல், பரிசோதனை வேலை, நிழற் பட சம்பந்தமான வேலை போன்றனவைகளுக்கு வசதியும் மிகவும் அவசியமாகும்.

சேகர அறை (Store room)

இவ்வறையில் எல்லா பொருள்களும் வைத்துப் பூட்டப்பட்டிருக்கும். பரிசோதனைக்குத் தேவையான பார்மலின் (Formalin) இடப்பட்ட பிராணி பொருள்களும், வேதியல் பொருள்களும் பூட்டப்பெற்ற அலமாரி அறைகளில் நஞ்சுப் பொருள்களும் இருக்கும். உபகரணங்கள், கண்ணாடி சாமான்கள், நுண்பெருக் காடிகள், அபாயகரமான அமிலங்கள், மற்றும் ஆய்வகப் பணிக்குத் தேவையான பொருள்கள் அனைத்தும் இங்கு இருக்கும். தேவையான போது வேண்டுமளவு இங்கிருந்து எடுத்துக் கொள்ளலாம். இவ்வறையானது சுமார் 16 அடி நீளம் 10 அடி அகலத்திற்கு குறையாமல் இருந்தால்தான் பொருள்களை வைக்கும் பெஞ்சு, பரண்கள், அலமாரிகள் (shelves) முதலியன வைக்க முடியும்.

ஆயத்த அறை (Preparation room)

இது இயன்ற வரை பெரியதாக இருக்கவேண்டும். சேமிப்பு அறைக்கும், ஆய்வகத்திற்கும் வாயில்கள் இருக்கவேண்டும். வகுப்பறைக்கும், ஆய்வகத்திற்கும் அவ்வப்போது தேவைப்படும் கருவிகள், பொருள்களை எடுத்து வைப்பதற்கு பயன்படுத்தலாம். பாட போதனைக்கும், ஆய்வக பணிக்கும் தேவையான சோதனைகளுக்கு இங்கு ஆயத்தம் செய்யலாம். இதன் அளவு குறைந்தது 16 அடி நீளம் 12 அடி அகலம் இருத்தல் நலம். இவ்வறையில் அடிக்கடி பயன்படும் உயிரியல் சம்பந்தப்பட்ட பொருள்கள், கருவிகளை வைக்க அலமாரிகள், காரீயத் தகடு போடப்பட்ட வேலை செய்வதற்கான பெஞ்சு (work bench) இரண்டு செவ்வக வடிவமான கழுவுத் தொட்டி, நீர், வாயு இணைப்பு மற்றும் கை வேலைகான அடிப்படைக் கருவிகள் (hand tools), தராசு போன்றவை இருத்தல் நலம். மேலும், ஆயத்த அறையானது பள்ளி அருங்காட்சியகத்திற்கு பொருள்களைப் பதப்படுத்த வசதியும், எலும்பு பொருள்களைத் தயாரிக்க வசதியும் அரிந்து பார்த்தல் (dissection) செய்யவும், காட்சி துணைப் பொருள்கள் (visual aids) தயாரிக்கவும், நுண் பெருக்காடிக்கான நழுவங்கள் தயாரிக்கவும், அவைகளை வண்ணமிடவும் (staining) ஆயத்த அறையில் வசதிகள் இருக்க வேண்டும். இத்தகைய ஆயத்த வேலைக்கு அதிக காலம் தேவைப்படுவதோடு அதிக இடவசதியும் தேவைப்படும்.

இருட்டறை (Dark room)

இருள் ஒளி சம்பந்தமான உயிரியல் பரிசோதனைகள், ஒளிச் சேர்க்கை பரிசோதனைகள் மற்றும் நிழற்பட சம்பந்தமான வேலைகளுக்கு இருட்டறை உயிரியல் ஆய்வகத்தோடு இணைந்து இருத்தல் அவசியமாகும். காற்றோட்ட வசதி

யானது இருக்கவேண்டும். இவ்வறையானது எப்போதும் இருட்டாக இருக்குமாறு அமைக்கப் பட்டிருக்கும். கருப்பு திரைகளும், கதவருகில் தொங்கவிடப் பட்டிருக்கும். இவ்வறையில் இருட்டறை விளக்கு, கழிவு நீர்த்தொட்டி போன்ற வசதிகள் இருக்க வேண்டும். ஒவ்வொரு உயிரியல் ஆய்வகத்திலும் ஒரு நிழற்படக் கருவியும், பாடத்தைப் பெரிதாக்கும் கருவியும் அவசியம் இருக்க வேண்டும். ஒளி படத்திற்குத் தேவையான வேதியல் பொருள்கள். நீர்த்தொட்டி, சுத்தமான நீர் ஓடும் வசதியும் மற்றும் பெஞ்சுகள் அலமாரிகள் வசதியும் இருக்கவேண்டும். இவ்வறையானது சுமார் 12 அடி நீளம் 6 அடி அகலமாவது இருத்தல் வேண்டும்.

ஆய்வகத் துணைக் கருவிகள்

உயிரியல் கற்றலில் கொள்கைகளையும், மெய்மைகளையும் அறிதலும், பரிசோதனை செய்து காணுதலும் இணைந்தேச் செல்லக் கூடியதும், பிரிக்க முடியாததுமான ஒரு நாணயத்தின் இரு பக்கங்கள் போன்றவைகளாகும். நேரடி அனுபவம் இல்லாமல் அறிவியல் கற்பதால் பயன் ஒன்றும் விளையாது. நேரடி அனுபவம் பெற ஆய்வகத் துணைக் கருவிகள் மிகவும் அவசியமாகும். ஆய்வகத்தில் மாணாக்கர்கள் பரிசோதனைச் செய்து அறியவும், ஆசிரியர் பரிசோதனைக் காட்டவும், பலவகையான துணைக் கருவிகளும் பிற சாதனங்களும் மிகவும் இன்றியமையாத தாகும். எனவே உயிரியலைப் பயனுள்ள முறையில் கற்பதற்கு பரிசோதனைகள் செய்து அறிவதற்கான வசதிகள் தரப்படல் வேண்டும். தரமான துணைக் கருவிகள் போதுமான அளவு இதற்குத் தேவைப்படும். சோதனைச் சாலைக்குத் தேவைப்படும் துணைக் கருவிகளைத் தேர்ந்தெடுத்து வாங்குவது, சேமித்து அடுக்கி வைப்பது, நன்முறையில் பயன்படுத்துவது, பாதுகாப்பது போன்றவற்றை ஈண்டு காண்போம்.

அறிவியல் கற்பித்தலில், போதுமான அளவு, சரியானத் துணைக் கருவிகளைத் தேர்ந்தெடுத்துப் பெறுதல் முக்கியமான ஒன்றாகும். புதியதாக ஆய்வகம் தொடங்க ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு பணம் தேவைப்படுவதோடு, ஆண்டுதோறும் அதனைப் புதுப்பிக்கவும், பழையன வற்றையும், உடைந்த பொருள்களை மாற்றவும் சிறிதளவு பணம் செலவழிக்க வேண்டியிருக்கும். பள்ளிகளில் இதற்கானப் பணம் எப்போதும் அதிகமாக கிடைக்காது. எனவே சிறந்த முறையில் திட்டமிட்டு, அவசியமானப் பொருளைத் தரமான நிலையில் தேர்ந்தெடுத்து வாங்க வேண்டும். அவ்வாறு தேர்ந்தெடுக்கும் போது கீழ்க்கண்ட மூன்று கருத்துக்களைக் கவனத்தில் கொள்ளவேண்டும்.

1. தேவையான துணைக் கருவிகளின் வகைகள்.

2. ஒவ்வொரு வகையின் அளவு அல்லது எண்ணிக்கை. பல நிலை வகுப்பிற்கும் திறமையான கற்பித்தலுக்கு, தேவையான குறைந்த அளவு துணைக் கருவிகள்.

துணைக் கருவிகளின் வகைகள்

1. உற்று நோக்குதலுக்கானத் துணைக் கருவிகள் (Observational aids)

நுண் பெருக்காடி, மாஞ்ஞோ மீட்டர், போட்டோ மீட்டர், வளர்ச்சி மானி, மற்றும் நுண்ணிய முறையில் எடை காணும் தராசுகள் (Chemical Balances) போன்ற பொருள் அமைப்பு, உயிரினங்களின் நுண்ணிய செயல்கள், கால அளவுகள், எடை போன்று அளவையும், தரத்தையும் உற்று நோக்கி அறியும் கருவிகள்.

2. கட்டுப்பாடுகளை ஏற்படுத்தக் கூடிய (Control aid) சில அடிப்படையான நிலைகளைக் கொண்ட தாவரம், பிராணிகள் வாழும் இடம் (Habitate) வெப்பம், ஒளி, அழுத்தம். கன அளவு போன்றவைகளைக் கொடுக்கும் அல்லது உண்டாக்கும் துணைக் கருவிகள்.

உதாரணம் (அழுத்தமானி, அடைகாக்கும் கருவி. குளிர் சாதனப் பெட்டி, பாயில் விதி உபகரணம் போன்றவை.)

3. தேவையான பொருள்கள் (Materials)

(அ) இரசாயனப் பொருள்கள் : அயோடின், இயோசின் (Eosin), ஆல்கஹால், கனடா பால்சம், சைலால் (Xylal) டர்பென் டைன், மற்றும் கந்தக அமிலம், நைட்ரிக் அமிலம், ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலம் போன்றவை.

(ஆ) அரிந்து ஆய்வுசெய்வதற்கு உதவும் துணைக் கருவிகளைக் கொண்ட பெட்டி (Dissection box) (சிறுகத்திகள், கத்தரிக்கோல், ஊசிகள், சாமணம் போன்ற துணைக் கருவிகள்).

(இ) கற்பித்தலுக்கானத் துணைக் கருவிகள்

பதப்படுத்தப்பட்ட உயிரினப் பொருள்களைக் கொண்ட ஜாடி கள், பதப்படுத்தப்பட்ட பறவைகள், பிராணிகள், மாதிரிப் பொருள் கள்; மனித உடற் கூறு சம்பந்தமான மாதிரி உடலுறுப்புகள், உயிரியல் சம்பந்தமான மாதிரிப் படங்கள், விளக்கப் படங்கள்,

படச் சுருள்கள், திரைப் படங்கள், இவைகளை உபயோகிக்கவும், செய்துகாட்டவும் தேவையான கருவிகள்.

(ஈ) உதவித் துணைக் கருவிகள் (Auxilliary aids)

பொருள்களைத் தாங்கவும், சேமித்து வைப்பதற்கும், தேவையான தாங்கிகள், சீசாக்கள் (Bottles), கண்ணாடி மூக்குக் குவளைகள், குடுவைகள், சோதனைக் குழாய்கள், புனல்கள், அடுப்பு, முக்காலிகள், இரும்பு கம்பிவலை, மணி ஜாடி, பூச்சிவலை, நீர்வாழ் பொருட் காட்சித் தொட்டி, ஜாடிகள், பலவகையான உயிரினப் பொருள்களை பதப்படுத்தி வைக்கும் கண்ணாடி ஜாடிகள், பூச்சிகளைக் கொல்லும் ஜாடி, இரப்பர் குழாய்கள், பற்றுகட்டை அல்லது பிடிப்புகள் (Clamp) தாவரங்களை உலராமல் காக்கும் பேழை (vasculum) போன்றவை.

(உ) கருவிகள் (Tools) ஆய்வகத் துணைக் கருவிகளைப் பழுது பார்க்கவும், பயன்படுத்தவும், கையாளும் கருவிகள் (சுத்தியல்கள் கத்திகள், குறடு, உளி போன்றவை).

துணைக் கருவிகளை வாங்கத் திட்டமிடுதல்
(Planning for apparatus)

துணைக் கருவிகளை வாங்கு முன்னர் நன்கு கவனித்து திட்டமிடுதல் அவசியமாகும். கிடைக்கக் கூடிய பொருளாதார வசதியினைக் கொண்டு, எவை தேவையானவை, அதனை எவ்வாறு பெறுதல் என்பதை முன்னரே தீர்மானிக்க வேண்டும். துணைக் கருவிகளை ஆய்வகத்திற்குத் தேவையானவை, செய்துகாட்டலுக்குத் தேவையானவை, மற்றும் ஆய்வகத்திற்கு பொதுவான கருவிகள், முதலுதவிப் பெட்டிகள் போன்றவை என வகுத்துக் கொள்ளலாம்.

தேவையான அளவுத் துணைக் கருவிகளை வாங்கும் முன்னர் கீழ்க்கண்ட கருத்துக்களைக் கவனத்தில் கொள்ளவேண்டும்.

நிதிநிலை (Finance)

பள்ளியின் பொருளாதார நிலை துணைக் கருவிகளின் அளவையும், தரத்தையும் நிர்ணயம் செய்கிறது. போதுமான அளவு பணம் இல்லாத நிலையில் மிகவும் அவசியமானவற்றை முதலில் வாங்க வேண்டும். மாணாக்கர்களின் செய்முறைப் பயிற்சிக்குத் தேவையான துணைக் கருவிகளுக்கு முதலிடம் தரப்படல் வேண்டும். இதனை விடுத்து ஓரிரு விலையுயர்ந்த கருவிகளான திரைப்படக் கருவி, புகைப்படப் பெட்டி போன்றவைகளை முதலில்

வாங்கக் கூடாது. தொடக்கத்தில் அடிப்படைத் தேவைக்குரிய எல்லாவிதமான கருவிகளையும் வாங்கிய பிறகு, ஆண்டுதோறும் புதியதாக சிலவற்றை வாங்கவும், உடைந்தவற்றிற்குப் பதிலாக புதியவைகளை வாங்கி வைக்கவும் ஓரளவு நிதி ஒதுக்கப்படல் வேண்டும். மாணுக்கர்களின் பரிசோதனைக்கு அவசியமான துணைக் கருவிகள், உயிரியல் பரிசோதனைக்கு அவசியமான நுண்பெருக் காடிகள், ஆசிரியர் செய்துகாட்டுதலுக்கு அவசியமான துணைக் கருவிகளை வாங்கிய பின்னர், திரைப்படக் கருவி, புகைப்படப் பெட்டி, குளிர் சாதனப் பெட்டி போன்றவை வாங்க வேண்டும்.

செய்துகாட்டலும், மாணுக்கர்கள் செய்துபார்த்தலும்

வகுப்பு பாடத்திட்டத்தை ஒட்டி, ஆசிரியர் செய்து காட்ட வேண்டியவை, மாணுக்கர்கள் செய்ய வேண்டிய பரிசோதனைகள் ஆகியவைகளின் அடிப்படையில் தேவையான துணைக் கருவிகளை முடிவு செய்யலாம். மாணுக்கர்கள், தனியாகச் செய்யக் கூடியவை, குழுக்களாகச் செய்ய வேண்டியவைகளையும் கருத்தில் கொள்ள லாம்.

வகுப்பு மாணுக்கர்களின் அளவு

ஆய்வகத்தில் குறிப்பிட்ட காலத்தில் பரிசோதனைச் செய்யும் மாணுக்கர்களின் எண்ணிக்கையின் அடிப்படையில் தேவையான அளவு துணைக் கருவிகளைத் தேர்ந்தெடுக்கலாம். எடுத்துக் காட்டாக 30 மாணுக்கர்கள் இருந்தால் சுமார் 40 க்கு குறையாமல் துணைக் கருவிகள் வாங்கலாம். அதிலும் உடையக் கூடியதும், பயன்படுத்திஞல் குறையக் கூடியப் பொருள்களை சற்று கூடுத லாகவே வாங்கவேண்டும்.

வேலைத் திட்டமும் பயிற்றும் முறையும்

மாணுக்கர்கள் ஒரு ஆண்டில் செய்ய இருக்கிற பரிசோதனைகள் சம்பந்தமாக வேலைத் திட்டத்தையும், பயிற்றும் முறைகளையும் கருத்தில் கொண்டு ஆசிரியர் துணைக் கருவிகளைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். இரண்டாண்டு கால படிப்பாக இருந்தால் முதலாண்டு பரிசோதனைக்குத் தேவைப்படும் கருவிகளையும், பொருளையும் முதலாண்டிலும், மறு ஆண்டிற்கு அடுத்த ஆண்டும் வாங்குமாறு திட்டமிடலாம். இவ்வாறு தேவையான துணைக் கருவிகளைக் குறைந்த அளவு நிதி வசதிக் கொண்டும் வாங்க முடியும். பயிற்றும் முறையும் பொருள்களை வாங்குவதில் கவனிக்க வேண்டிய முக்கிய மான அம்சமாகும். ஆசிரியர் செய்துகாட்டும் முறையைவிட மாணுக்கர்கள் தனியாக பரிசோதனைச் செய்வதற்கு அதிக அளவில் துணைக் கருவிகள் தேவைப்படும்.

கற்பிக்கப்படும் கால அளவு

அறிவியல் கற்பித்தலுக்கு ஒதுக்கப்படும் கால அளவையும் கருத்தில் கொண்டு துணைக் கருவிகளின் தேவையையும் அளவையும் அறிந்திடலாம். பாட வகுப்பு முறையானது அதிக அளவு செய்முறைப் பயிற்சிகளைக் கொண்டிருந்தால் உப கரணங்களின் அளவும், செலவாகும் பொருளின் அளவும் கூடும். பொருள்களை வாங்கும் போது இதனையும் கருத்தில் கொள்ளவேண்டும்.

கருவிகளையும் பொருள்களையும் சேமிக்கும் வசதி

பொருள்களை நன்முறையில் சேமித்து வைக்க இடவசதி மிகவும் அவசியமாகும். பொருளைப் பாதுகாப்பாக வைப்பதற்கான அறை வசதி, அலமாரி வசதி, பீரோ வசதியையும் கருவிகளை வாங்கு முன்னர் கருத்தில் கொள்ளவேண்டும். பொருள்களையும், துணைக் கருவிகளையும், சரியான முறையில் அடுக்கி வைக்கா விட்டால் அவை உடைந்து போவதற்கும், வேறு வழிகளில் பொருள் கெடுவதற்கும் வாய்ப்புகள் ஏற்படும். பொருள்களை வகைப்படுத்தி ஒழுங்காக வைத்தால்தான் தேவையானவற்றை உடனே எடுக்க முடியும். அடிக்கடி தேவைப்படுவதை எளிதாக எடுக்கும்படி வைக்க வேண்டும். குறைவான இடவசதி பொருள்கள் உடையவும் வாய்ப்பளிக்கும். ஆசிரியரும், குறிப்பிட்ட பரிசோதனைக்கான கருவிகளை, மற்றைய கருவிகளுக்கு இடையிலிருந்து, தேடி எடுக்கும் போது அவைகள் உடைந்து விடலாம் என்ற பயத்தில் பரிசோதனைகளை செய்யாமலே விட்டு விடவும் செய்வார்கள். இதனால் உபகரணங்களும் சரியாக பயன்படுத்தப் படுவதில்லை. எனவே பொருளை வாங்குமுன்னர் ஆய்வகத்தில் சேமிப்பு வசதியைக் கருத்தில் கொள்ளவேண்டும்.

மாணாக்கரின் நிலை

ஆய்வகக் கருவிகள், பொருள்களை வாங்குவதில் மாணாக்கர்களின் வயது, நுண்ணறிவுத் திறன், அனுபவத்தையும் கருத்தில் கொள்ளவேண்டும். கீழ் வகுப்புகளுக்கு அதிக சிக்கலானதும், நுட்பமான உயர்ந்த கருவிகளை வாங்குவது பணத்தை வீண் செய்வதாகும். மிகவும் நுட்பமானதும், விலையுயர்ந்ததும், சிறப்பு அம்சம் பொருந்தியதுமான கருவிகளை, சிறிய மாணாக்கர்களிடம் கொடுக்கக் கூடாது. உயர்நிலைப் பள்ளிகளில், கீழ் வகுப்பில், பெரும்பாலான பரிசோதனைகளை மாணாக்கர்களின் உதவியைக் கொண்டே ஆசிரியர் செய்துக்காட்டுவதாக இருக்கவேண்டும். எளிய பரிசோதனைகளை மாணாக்கர்கள் தனியாக செய்வதாக அமைக்கலாம். எனவே துணைக் கருவிகளை வாங்குவது மாணாக்கரின் நிலையைப் பொறுத்தும் இருக்கவேண்டும்.

ஆசிரியரின் தகுதி, திறமை, அறிவு

பரிசோதனைச் சாலைக்கான துணைக் கருவிகளை வாங்க முற்படும் போது ஆசிரியர்கள் தங்கள் பாட அறிவையும், திறனையும், பொருளைக் கையாளும் முறைப்பற்றி தமக்கு தெரியுமா? என்பதை யும் சிந்தித்து வாங்க வேண்டும். தன் அறிவுக்கும், திறனுக்கும் அப்பாற்பட்டதும், தன்னால் புரிந்துக்கொள்ள முடியாததும், தன்னால் கையாளத் தெரியாதத் துணைக் கருவியை வாங்குவதால் பொருள் நஷ்டமேயாகும். அன்றாடம் நடைமுறையில் பயன் படாத துணைக் கருவிகளை வாங்குவதால் யாதொரு பயனுமில்லை.

கற்பிக்கப்படும் சூழ்நிலை

பள்ளி அமைந்துள்ள இடம் நகர் புறமா? கிராம புறமா? என்பதையும், தேவையானப் பொருள்கள் உடனடியாக எளிதில் கிடைக்குமா? குறிப்பிட்ட உபகரணம் பழுது ஏற்பட்டால் செப்ப னிட வாய்ப்பு உள்ளதா? என்பதையும், உதிரி உறுப்புகள் எளிதில் கிடைக்குமா? என்பதையும் துணைக் கருவிகளை வாங்கும்போது நினைவில் கொள்ளவேண்டும்.

துணைக் கருவிகளை வாங்குதல்

மேலே குறிப்பிட்டுள்ள கருத்துக்களைக் கவனத்தில் கொண்டு ஆய்வகத்திற்கு தேவையானப் பொருள்களின் பட்டியலைத் தயார் செய்யவேண்டும். தேவையானப் பொருள்களைக் குறிப்பிடும் பட்டியலில் பொருளின் முழுவிபரம் தெளிவாகக் குறிப்பிடுவது மிகவும் அவசியமாகும். தேவைப் பட்டியலில் பொருளின் பெயர், தரம், கொள்ளளவு அல்லது உயரம், எண்ணிக்கை அல்லது அளவு, இன்ன பொருளால் ஆக்கப்பட்டது போன்ற விபரங்கள் குறிக்கப் படல் வேண்டும். கண்ணாடி குவளை, அல்லது குடுவையாயின் அதன் கொள்ளளவு ,கண்ணாடித் தொட்டி, வாயு ஜாடி, உயிரினப் பொருள் பதப்படுத்தி வைக்கும் ஜாடிகள் (Specimen jars) போன்றவை யாயின் அவற்றின் நீளம், அகலம், உயரம் போன்றவை கள் தேவைப் பட்டியலில் இடம் பெற வேண்டும் துணைக் கருவிகள், கண்ணாடி சாமானு, இரும்பு சாமானு, பித்தளை சாமான்களா என்பன தெளிவாக குறிப்பிடப்படல் வேண்டும். நுண் பெருக்காடி போன்ற நுட்பமான, விலை உயர்ந்த சாமான்களுக்கான தேவைப் பட்டியலில், அது செய்யப்பட்ட நிறுவனம், பொருளருகு லென்சு, கண்ணருகு லென்சின், பெருக்கும் திறன், லென்சு உள்நாட்டில் செய்யப்பட்டதா? வெளி நாட்டு லென்சா, உயரம், ஒளி கட்டுப் படுத்தும் அமைப்பு விபரம் போன்றவற்றை தெளிவாக எழுத வேண்டும். சரியான விபரங்களும், முழுவிபரங்களும் தராவிடில்,

தவருன சாமான்களைப் பெற்று, பிறகு மீண்டும் அனுப்பும் படியான தொல்லைகள் வரும். நன்கு தயாரிக்கப்பட்ட தேவைப் பட்டியலை மூன்று அல்லது நான்கு பெயர் பெற்ற அறிவியல் துணைக் கருவிகளை விநியோகம் செய்யும் நிறுவனத்திற்கு அனுப்பி அவைகளிடமிருந்து விலைப்பட்டியலைப் பெற வேண்டும். விலைப் பட்டியல்கள் வந்த பின்னர், குறைந்த விலை, தரமான சாமான்கள் என்ற அடிப்படையில் பரிசீலனைச் செய்து, குறைந்த விலையுள்ள நிறுவனத்திற்கு பொருள்களை அனுப்ப உத்தரவு (Order) கொடுக்கவேண்டும். சிறந்த சாமான்கள் அதிக விலை என்ற காரணத்திற்காக தரமற்ற சாமான்களைக் குறைவான விலைக்கு வாங்காமல் பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும். கண்ணுடி, மற்றும் விலையுயர்ந்த சாமான்களை இன்சூர் செய்து பெறுவது சிறந்ததாகும். நிறுவனத்திலிருந்து பொருள்கள் வந்தவுடன் மிகவும் கவனமாகப் பிரித்து, சாமான்களை விலைப்பட்டியலுடனும் நாம் உத்தரவு கொடுத்த பட்டியலுடனும் சரிபார்த்து பின்னர் இருப்பு பதிவேட்டில் பதிவு செய்யவேண்டும்.

கருவிகளை அடுக்கி வைத்தல்

பொருள்களை அலமாரியில் ஒழுங்காக வரிசையான முறையிலோ, அல்லது குறிப்பிட்ட முறைகளிலோ அடுக்கி வைக்கவேண்டும். அவ்வாறு செய்வது பொருள்கள் உடைவதைத் தவிர்க்கக் கூடியதாகவும், தேவையானப் பொருளை எளிதில் எடுக்கும் வண்ணமும் இருக்க வேண்டும். துணைக் கருவிகளையும், பொருள்களையும் அகர வரிசையிலோ அல்லது பாட வாரியாகவோ, ஆசிரியருக்கு எளிதான முறையில் அடுக்கலாம். ஆனால் ஏதேனும் ஒரு முறையை மட்டும் பின்பற்ற வேண்டும். கண்ணுடிக் கதவுகளைக் கொண்ட அலமாரியாக இருந்தால் மிகவும் நன்ருக இருக்கும். கண்ணுடி சாமான்களைத் தனியாகவும், மற்ற உடையாதப் பொருள்களை வேறிடத்தில் தனியாகவும் வைக்க வேண்டும். சாமான்கள் அடுக்கும் போது நன்ருக இடம் விட்டு அடுக்கினுல் பொருள்கள் உடைவதைத் தவிர்க்கலாம். மிகவும் விலை உயர்ந்தப் பொருள்கள், அபாயகரமானப் பொருள்கள், நுட்பமானப் பொருள்களைத் தனியாக வைத்துப் பூட்டி சாவியை ஆசிரியர் பொறுப்பில் வைத்துக் கொள்ளவேண்டும். அன்ருடம் பயன்படும் பொருள்களை எளிதில் எடுக்கக் கூடிய இடத்தில் வைக்கவேண்டும். மாணுக்கர்களுக்கு பொதுவாகத் தேவைப்படும் பொருள்களைச் சில அலமாரிகளில் தனியாக வைக்கலாம். இவைகளில் பொருள்களை அகர வரிசையில் அடுக்கி வைக்கலாம். ஒவ்வொரு அலமாரியின் வெளியிலும் அதிலுள்ளப் பொருள்களின் எண்ணும், பெயரும் கொண்ட அட்டவணையை அமைத்தல் வேண்டும். ஆசிரியர் செய்துகாட்டலுக்குத் தேவையானப் பொருளைத் தனியாக அடுக்கி வைக்கவேண்டும்.

துணைக் கருவிகளைக் காத்தலும், பராமரித்தலும்

சிறப்பான முறையில் சேமித்து வைத்தல், பொருள்கள் வீணுவதையும், கெட்டுப் போவதையும் தடுக்கும். இரசாயனப் பொருள்கள், சாயப் பொருள்கள் போன்றவைகளில் தனிக்கவனம் செலுத்த வேண்டும். ஒளியால் பாதிக்கப்படும் இரசாயனப் பொருள்களை, மங்கலான பழுப்பு வண்ணச் சீசாக்களில், இருட்டான பெட்டி அறைகளில் வைக்கவேண்டும். காகித உறைகளில் உள்ள இரசாயனத் தூள்களையும், சிறு கட்டித் துண்டுகளையும், சீசாக்கள், பிளாஸ்டிக் குடுவைகளில் போட்டு பாதுகாப்பாக வைக்கவேண்டும். லென்சுகள், பிரிசம் கண்கள், நுண்பெருக் காடியிலுள்ள கண்ணருகு லென்சு, பொருளருகு லென்சு இவைகளை, தூசு, ஈரம் படியாமலும் மிகவும் கவனமாக வைக்கவேண்டும். நுண்பெருக்காடி உயிரியல் ஆய்வகத்தில் மிகவும் முக்கியமானதும், துல்லியமானதும், விலையுயர்ந்த உபகரணமாகும். இதனை, பரிசோதனைக்குப் பின்னர் நன்கு துடைத்து சுத்தம் செய்து, அதற்குரிய மரப்பெட்டியில் பாதுகாப்பான இடத்தில் வைக்கவேண்டும். உபகரணங்கள் பழுதுபடும்போது, பள்ளியில் உள்ள கைத் தொழிலாசிரியர்களின் துணைக் கொண்டு சீர் செய்யவேண்டும். உயிரியல் ஆசிரியரும் இதற்கான கைத்திறன் பெற்றிருத்தல் விரும்பதக்க ஒன்றாகும்.

ஆய்வகத் துணைக் கருவிகளைத் தூய்மையாகவும், நல்ல நிலையிலும் வைத்திருத்தல் அறிவியல் ஆசிரியரின் பொறுப்பாகும். பொருள்கள் வைக்கப்பட்டிருக்கும் அலமாரியில், அடிக்கடி சரி பார்த்தும், தூசுகளை நீக்கி தூய்மை செய்யவேண்டும். வேண்டும் போது மெருகு ஏற்றவும் செய்யலாம். துணைக் கருவிகளை நன்கு பாதுகாக்கப்பட்டால் அதனை பலகாலம் பயன்படுத்தலாம். பொருள்கள் பாதுகாப்பு சம்பந்தமாக கீழ்க்கண்ட குறிப்புகளைக் கவனத்தில் கொள்ளவேண்டும்.

1. உபகரணங்களைப் பயன்படுத்திய பின்னர் நன்றாகச் சுத்தம் செய்து, சரிபார்த்த பின்னரே மீண்டும் உரிய இடத்தில் வைக்க வேண்டும்.

2. கண்ணாடி சாமான்களைச் சுத்தம் செய்ய சோப்பையும் நீரையும் பயன்படுத்தலாம். பமீஸ் கல்லை நீரில் அல்லது மெதிலேறு ஸ்பிரிட்டில் கலந்துச் சுத்தம் செய்யலாம். நீர்த்த கந்தக அமிலம் கலந்த பொட்டாசியம்-டை-குரோமேட்டுக் கரைசலையும் பயன்படுத்தலாம்.

3. இரும்பு கருவிகளுக்கு ஜப்பான் கறுப்பு வர்ணம் அல்லது அலுமீனிய வர்ணம் பூசி துரு பிடிக்காமல் காக்கவேண்டும். பொருள்கள் துரு பிடித்திருந்தால், மணல் தாளைக் கொண்டு, தேய்த்து துருவை நீக்கிய பின்னரே வர்ணம் பூச வேண்டும். இரும்பு திருகாணிகளும், கீல்களும் மழைக் காலங்களில் துரு பிடிக் காமல் இருக்க வாசிலினைத் தடவி வைக்கவேண்டும், இரும்புப் பொருள்களை அடிக்கடி எண்ணெய் துணியால் துடைத்து துரு பிடிக்காமல் பார்த்துக் கொள்ளவேண்டும்.

4. மரச் சாமான்கள் மீது மெதிலேறு ஸ்பிரிட்டில் கரைத்த ஷெல்லக்கைப் பூசி, சிறிது நேரம் வெயிலில் வைத்து மெருகேற்ற லாம்.

5. ஆய்வக மேஜையின் மேல் பாகம் அமிலங்களால் அரிக்கப் படாதிருக்க பாரஃபின் மெழுகைப் பயன்படுத்தி மெழுகுப் பூச்சு பூச வேண்டும்.

6. ஆய்வகத்திலுள்ள கழிவுநீர்த் தொட்டியையும், சாயக் கரைப் படியாமல் மிகவும்தூய்மையாக வைத்துக் கொள்ளவேண்டும். இதற்கு சூடான சோப்பு கரைசலையும், தூரிகையையும் பயன்படுத்தித் தூய்மைச் செய்யலாம். 'விம்' போன்றவைகளையும் பயன்படுத்தலாம்.

7. சிலக் கருவிகளின் பாகங்களானத் துணைப் பொருள்களை யும், கண்ணுடி சீசாக்களின் கண்ணுடி அடைப்பான், ப்யூரெட் போன்ற கருவிகளின் அடைப்பான்களையும் அக்கருவியை விட்டு அகலாதிருக்குமாறு மெல்லிய செம்பு கம்பியால் இணைத்து வைக்க வேண்டும். இது மிகவும் கவனிக்கப்பட வேண்டிய ஒன்ருகும். அவை காணுமல் போய்விட்டால் வேறு அடைப்பான்களைக் கொண்டு அவற்றை ஈடு செய்வது மிகவும் கடினமாகும்.

8. மாணுக்கர்களால் அடிக்கடி பயன்படுத்தப்படும், கருவிகள் சில உடைந்தும், தேய்ந்தும், பாகங்கள் தளர்ந்தும் பழுது ஏற்பட்டி ருக்கலாம். இவைகளை ஆசிரியர் அடிக்கடி பழுதுபார்க்க நேரம் ஒதுக்கி சீர் செய்தல் மிகவும் அவசியமாகும். அதற்குத் தேவையான கருவிகள் ஆய்வகத்தில் கைவசம் இருக்கவேண்டும்.

9. ஆய்வக விதி முறைகள், பொருள்களைப் பயன்படுத்துதல், பற்றிய விதிமுறைகள் எழுதிய அட்டை, ஆய்வகத்தில் மாணுக்கர் கள் பார்க்கும் இடத்தில் வைத்து அதனைப் பின்பற்றுமாறு மாணுக்கர் களை வற்புறுத்த வேண்டும்.

10. நீண்ட காலம் உபயோகிக்காத சமயங்களில், பள்ளி கோடை விடுமுறைக்கு முன் கருவிகளை எண்ணெய் போன்றவை இட்டு சுத்தம் செய்து வைத்தல் மிகவும் அவசியமாகும்.

ஆய்வகப் பதிவேடுகள்
(Laboratory Records)

துணைக் கருவிகளின் பதிவேடுகள் (Records of the apparatus)

பரிசோதனைச் சாலையில் உள்ள எல்லாத் துணைக் கருவிகள், வேதியல் பொருள்கள், ஏனைய பிற சாதனங்கள் அனைத்தையும், உரிய பதிவேடுகளில் பதிவு செய்து பாதுகாத்தல் உயிரியல் ஆசிரியரின் பொறுப்பாகும். பொருள்களும், கருவிகளும் நிறுவனத்திலிருந்து பெறப்பட்டவுடன், அவற்றைச் சரிபார்த்து, தகுந்த விபரங்களுடன் இருப்புப் பதிவேட்டில், பொருளைப் பெற்ற தேதியிலேயே பதிவு செய்து தலைமையின் கையொப்பம் பெற வேண்டும். ஆய்வக சம்பந்தமாக கீழ்க்கண்ட பதிவேடுகளை ஒவ்வொரு பள்ளியிலும் வைத்தல் மிகவும் அவசியமாகும்.

உடையாத பொருள்களின் பதிவேடு அல்லது நிரந்தர இருப்பு பதிவேடு (Stock Register for non-breakable articles or permanent Stock Register)

இதில் எளிதில் உடையாத பொருள்கள், செலவாகாதப் பொருள்கள் போன்றவைப் பதிவு செய்யப்படும். மரம், மற்றும் இரும்பு, செம்பு போன்ற உலோகங்களாலான கருவிகளையும், பொருள்களையும் பதிவு செய்யும் ஏடாகும். தாங்கிகள், நுண்பெருக்காடிகள், திரைப்படக் கருவி, நிழற்படக் கருவி, வளர்ச்சி மானி போன்றவை இப் பதிவேட்டில் பதிவு செய்யப்படும்.

உடையக் கூடிய பொருள்கள் பதிவேடு (Breakable Stock Register)

எளிதில் உடையக்கூடிய கண்ணாடியாலான சாமான்களை இவ் வேட்டில் பதிவு செய்யப்படும். அவை வெப்பமானி, கண்ணாடி மூக்குக் குவளை, சோதனைக் குழாய், பியூரெட், புனல், குடுவை போன்றவையாகும்.

செலவாகக் கூடிய பொருள்கள் இருப்பு பதிவேடு (Stock Register for Consumable articles)

பரிசோதனையின் போது செலவாகக் கூடிய வேதியல் பொருள்களும், பிற பொருள்களும் இப் பதிவேட்டில் இடம் பெறும். பரி

சோதனைக்குத் தேவையானவை எடுத்த பின்னர், அதனை இருப்பில் குறைத்து உடனுக்குடன் பதிவு செய்யவேண்டும். பார்மலின், ஆல்கஹால், பாரிசுசாந்து, அயோடின், ஸைலால் போன்றவை.

இவை மூன்றும் முக்கியமாக வைக்கப்பட வேண்டிய ஆய்வகப் பதிவேடுகளாகும். இருப்பேட்டில் உள்ளபடி பொருள்களும், துணைக் கருவிகளும் ஆய்வகத்தில் இருக்குமாறு பார்த்துக் கொள்ள வேண்டியது அறிவியல் ஆசிரியரின் முக்கியமான கடமையாகும்.

இன்னும் சில பதிவேடுகளை உயிரியல் ஆசிரியர் தனது வசதிக்காக வைத்துக் கொண்டால் பொருள்கள் தேவைப் பட்டியல் தயாரிக்கும் போது, பொருள்கள் வாங்கும்போதும் எளிதாக இருக்கும்.

பொருள் பெற உத்தரவு கொடுத்த பதிவேடு (Order Register)

புதிய பொருள்கள் வாங்குவது சம்பந்தமாக, நிறுவனங்களுக்கு உத்தரவு கொடுத்த விபரம், (அதன் நகலையே ஒட்டி வைத்துக் கொள்ளலாம்) பொருள் வந்த பின்னர் விலைப் பட்டியல். ரசீது போன்றவைகளின் நகல்களையும் குறிக்கும் பதிவேடாகும். பொருள்கள் நிறுவனத்திலிருந்து வந்தவுடன் சரிபார்க்கவும், பொருள்களின் விலைகளை தேவைப்படும்போது அறியவும், ஆண்டில் எவ்வளவு தொகை செலவிடப் பட்டுள்ளது என்பதை அறியவும் இது பயன்படும்.

தேவையானப் பொருள்கள் பதிவேடு (Requirement Register)

ஆசிரியர் பரிசோதனைச் செய்துகாட்டும்போதும், பரிசோதனைச் சாலையில் மாணுக்கர்கள் பரிசோதனைச் செய்யும் போதும் சில பொருள்கள் தீர்ந்தும் அல்லது இல்லாமலும் தேவைப் படலாம். ஆசிரியரும் சில வேளைகளில் சில பொருள்கள் தேவை என கருதலாம். இவைகளையெல்லாம், குறித்து வைக்காவிடில், தேவைப் பட்டியல் தயாரிக்கும் போது மறந்து போய் விடலாம். எனவே இவைகளை அதற்கான தேவைப் பதிவேட்டில் குறித்து வைத்திருந்தால், தேவைப் பட்டியல் தயாரிக்கும்போது எளிதாக இருக்கும்.

அறிவியல் கழக இருப்பு பதிவேடு : (Stock Register for Science clubs)

பள்ளியில் அறிவியல் கழகம், நன்முறையில் செயல்படுமானல், அறிவியல் கழக இருப்பு பதிவேடு ஒன்று வைக்கப்படலாம். இதில் மாணுக்கர்கள் செய்த, மாதிரிப் பொருள்கள், பதப்படுத்தப்பட்ட பறவைகள், பலவகையான பிராணிப் பொருள்களைக் கொண்ட

எளிய பொருள்களிலிருந்து, சொந்தமாகத் தயாரித்த துணைக் கருவிகள் போன்றவைகளைப் பதிவு செய்யலாம்.

இருப் பேடுகளில் பதிவு செய்யும் முறை

இருப்பு பதிவேடுகளில், பொருள்கள், நிறுவனத்திலிருந்து வந்தவுடன் அவற்றின் விபரம், அளவு, விலை, பட்டியல் எண், தேதி நிறுவனத்தின் பெயர் முதலியவற்றை உடனே பதிவு செய்ய வேண்டும். பொருள்களை, பாட வாரியாகப் பிரித்து, அகர வரிசையில் தனித்தனிப் பக்கங்களில் எழுதவேண்டும். ஒவ்வொரு இனத்திற்கும் எதிராக இரண்டு பக்கங்களை ஒதுக்கி விட்டால் அவை சுமார் நான்கு, ஐந்து ஆண்டுகளுக்கு வரும். பொருள்களையும், கருவிகளையும் அதன் தன்மைக்கு ஏற்றவாறு உடையாதவை, உடையக் கூடியவை, செலவாகக் கூடியவை எனப் பிரித்து அதற்குரிய இருப்பு ஏட்டில் பதிவு செய்யவேண்டும். குறைந்த விலையுள்ள பொருள்களாக இருந்தாலும் அவைகளையும் இருப்பு பதிவேட்டில் எழுத வேண்டுவது மிகவும் அவசியமாகும்.

இருப்பு பதிவேட்டில் எல்லா பக்கங்களும் எண் இடப்படல் வேண்டும். பதிவேட்டின் மேலுறையில், பள்ளியின் பெயர், பதிவேட்டின் பெயர், பதிவேட்டின் தொகுதி (volume) எண், பதிவேட்டில் உள்ள பக்கங்கள், பதிவேடு தொடக்கப்பட்ட தேதி போன்றவைத் தெளிவாக எழுதவேண்டும். இருப்பு பதிவேட்டை பல பகுதிகளாக, பிராணி சம்பந்தமானவை, தாவரம் சம்பந்தமானவை, மாதிரிப் பொருள்கள், விளக்கப் படங்கள், உபகரணங்கள், ஜாடியில் சேரிக்கப்பட்ட பிராணிகள், பதப்படுத்தப்பட்ட பறவைகள் எனப் பிரித்துக் கொண்டு ஒவ்வொரு பகுதியிலும் அகர வரிசையில் எழுதவேண்டும். முதல் சில பக்கங்களை பகுதி வாரியாக்கான அட்டவணைக்கு ஒதுக்கி பொருள்களின் பெயர்களை அட்டவணைப் படுத்தி அதற்குரிய பக்கங்களுடன் எழுதவேண்டும். செலவழிக்கப்பட்ட, அல்லது நீக்கப்பட்ட பொருள்களை அதற்கான இடத்தில் பதிவு செய்து, மீதி இருப்பு காட்டி ஆசிரியர் கையொப்பம் இட்டு இறுதியில் தலைமையின் கையொப்பம் பெறல் வேண்டும்.

ஆய்வக ஒழுங்கமைப்பு
(Organisation of the Laboratory)

ஆய்வக அமைப்பு முறையின்போது ஆய்வகத்திற்கான வாய்ப்பு வளம் (resource) கருவிகள், ஆய்வக தளவாடங்கள், பொருள்கள், துணைக் கருவிகள் போன்றவைகளை எவ்வாறு

மாதிரிப் படிவம் ஆய்வக இருப்பு பதிவேடு

1 பள்ளியின் பெயர் :

2. பொருளின் பெயர் :

தேதி	பொருள் பெறப்பட்ட ரசீது அல்லது பற்றுச் சீட்டின் எண், தேதி	பொருள் பற்றிய விபரம். ஒன்றின் விலை.	பெறப் பட்ட எண்ணிக்கை.	வழங்கப் பட்ட எண்ணிக்கை.	மீதி இருப்பு (எண்ணிக்கை)	குறிப்புரை

மாதிரிப் படிவம்

செலவாகக் கூடிய பொருள்கள் இருப்பு பதிவேடு

பொருள்.....................

தேதி	விபரம்	பெறப்பட்டது			பயன்படுத்தப் பட்ட விபரம்	இருப்பு		குறிப்பு
		அளவு	விலை விகிதம்	தொகை ரூ. பை.		அளவு	மதி	

ஒழுங்கமைப்பது எனச் சிந்திப்பது அவசியமாகும். ஆய்வக வடிவமைப்பானது ஏற்கெனவே கட்டப்பட்டு இருந்தபோதிலும் இருக்கும் இடவசதியை மிகவும் பயனுள்ள முறையில் உபயோகிக்க ஒழுங்காக அமைத்துக் கொள்வது மிகவும் உதவக்கூடியதாகும். இதற்குக் கீழ்க்கண்ட சில கருத்துகளை ஆசிரியர் கவனத்தில் கொள்ளுதல் வேண்டும்.

1. அறிவாராய்ச்சி மற்றும் நடைமுறைக்கு ஏற்ற சில வகையான அமைப்பு முறையினை மேற்கொள்ள வேண்டும். சூழ்நிலைக்கு ஏற்ப, பொதுவாகப் பயன்படுத்தக்கூடிய துணைக் கருவிகளை இரு வழிகளில் தீர்வு செய்யலாம்.

தேவையான அளவு ஒவ்வொரு வகைக்கருவிகளையும், ஒவ்வொரு மாணவனுக்கும் அல்லது குழுவிற்கும் கொடுத்து அதனைத் தக்க முறையில் சேமித்து வைக்க இடவசதியும் செய்து கொடுப்பது.

2. பொருள்களின் அளவிற்கும் வடிவிற்கும் ஏற்ற வகையில் உரிய இடத்தில் சேமித்து வைத்து, பயன்படுத்தும்போது வழங்கி பின்னர் உடனே திரும்பப் பெறுதலாகும்.

இவற்றில் முதல் முறையானது, கொடுப்பது, திரும்பப் பெறுவதற்கான காலத்தை மிச்சப்படுத்துவதோடு, பொருளின் பயன்படும் தன்மை, உடைதல் போன்றவைகளை எளிதில் சரிபார்க்க உதவுகிறது. ஆனால் இருப்புக் கணக்கெடுத்தல், பியூரெட்டு, பெரிய ஜாடிகள் போன்றவைகளைச் சேமித்துவைக்கப் போதுமான இடவசதிக்கு ஏற்பாடு செய்வது போன்றவை சில குறைபாடுகளாகும்.

1. எந்த முறையானது, கருவிகளைச் சேமித்து வைக்கப் பயன்படுத்தப்பட்டாலும், பொருள்களின் ஒழுங்கமைப்புபற்றிய துல்லியமான பதிவானது பொருள் இருப்புப் பதிவேட்டில் (stock register) இருக்கவேண்டும்.

2. பெட்டிகள், அலமாரி அறைகள், மேஜை அறைகளில் உள்ள பொருள்கள் பற்றிய விபரமானது சரியானதாகவும் பார்வைக்குப் படும்படியாகவும், தெளிவான முறையிலும் எழுதப்பட்டிருக்க வேண்டும்.

3. கருவிகளை ஒழுங்கமைக்கும்போது கருவிகளின் உடையும் தன்மை (fragility) மற்றும் ஏனைய பாதுகாப்பு வகைகளையும் கருத்தில் கொள்ளவேண்டும். மாணாக்கர்கள் தங்கள் பொறுப்பில் கருவிகளை வைத்துக்கொள்ள வழங்கும்போது பிப்பெட்டு போன்ற

வைகள், உடையும் வாய்ப்பைக் குறைக்க மேஜையறை அல்லது பெட்டியில், தனி தடுப்பு அமைப்பானது இருக்கவேண்டும்.

4. அபாயகரமான பொருள்களை (எளிதில் தீப் பற்றக்கூடியது, நச்சுப் பொருள்கள் போன்றவை) தனியாக அலமாரியில் வைத்துப் பூட்டிவைக்க வேண்டும். தேவையானபோது ஆசிரியரின் மேற்பார்வையில் வழங்கவேண்டும்.

5. பொருள்கள் பயன்படுத்தப்படும் விகிதம், மீண்டும் பெறுவது போன்றவைகளுக்குப் பதிவுகள் வைக்கப்படல் வேண்டும்.

6. பெயர் எழுதப்படுவது தெளிவாகவும் சரியாகவும் இருக்க வேண்டும். காகிதத்தில் பெயர் எழுதி ஒட்டினால், அவைகளை இந்திய மையால் எழுதி, வார்னிசு செய்து அல்லது ஒளி புகும் பசை நாடாவை மேலே ஒட்டிப் பாதுகாக்க வேண்டும்.

7. எல்லாப் பெட்டிகள், செருகு அறைகள் அனைத்திலும் உள்ளே இருக்கும் பொருள்களின் பெயர்களை எழுதி ஒட்ட வேண்டும். பூட்டுகளுக்கு எண்கள் இடப்படல் வேண்டும். சாவிகளை ஒரு பலகையில் குறிப்பிட்ட எண்களுக்கான இடத்தில் மாட்டி வைக்க வேண்டும்.

மாணவர்களுக்கு, கருவியின் பல பாகங்களையும் எளிதாக இருந்தாலும் கவனமாகவும் துல்லியமாகவும் பயன்படுத்தப் பயிற்சி அளிக்க வேண்டும். கருவிகளைப் பொருத்துவது, சீசாக்களிலிருந்து மூடியை எடுப்பது, கண்ணாடிச் சாமான்களை எடுத்துச் செல்வது போன்றவைகளில் விபத்துகளைக் குறைக்கும் முறைகளைக் கையாள வேண்டும். தூய்மையையும் வற்புறுத்த வேண்டும். இவைகளை ஆசிரியர் முன்மாதிரியாகச் செய்துகாட்டிச் செய்யச் சொல்லவேண்டும். மாணாக்கர்கள் பொருள்களை வீணாக்குவது, ஆய்வகத்தை அழுக்காக்குவது போன்றவைகளைத் தவிர்க்குமாறு செய்ய வேண்டும். ஆய்வக உதவியாளர்கள் இருந்தபோதிலும் ஆய்வகத்தின் தூய்மை, ஒழுங்கைப் பராமரிப்பது, கண்ணாடிச் சாமான்களைக் கழுவுவது, அவைகளை மீண்டும் உரிய இடத்தில் கொண்டுவைப்பது, கழிவுகளை அகற்றுவது போன்ற பணிகளில், மாணாக்கர்களையும் பங்கேற்கச் செய்யவேண்டும். இது நல்ல பழக்கத்தை உண்டாக்குவதோடு ஆய்வகத்தைத் தூய்மையாகவும், அழகாகவும், சுகாதார நிலையிலும் வைக்கப் பெரிதும் உதவுகிறது. பொருளையும் காலத்தையும் வீணாக்குவதையும் குறைக்கிறது. சில பள்ளிகளில் சமூக சேவைக் குழுக்களை அமைத்து (Social Service Squads) சில ஆய்வகப் பராமரிப்புப் பணிகளையும் செய்யச் சொல்லலாம். பொதுவாக ஆய்

வகத்தை யார் பயன்படுத்துகிருர்களோ அவர்களே அதன் பராமரிப்புக்குப் பொறுப்பேற்றுக் கொள்வது மிகவும் விரும்பத்தக்க தாகும்.

ஆய்வக ஒழுங்கு முறையை வளர்த்தல்
(Developing Laboratory Routine)

ஆய்வகப் பணிகள் நன்முறையில் நடைபெற ஆய்வகத்தில் ஓர் ஒழுங்கு முறையை (routine) உண்டாக்குதல் மிகவும் அவசிய மான ஒன்ருகும். எனவே, கீழ்க்கண்ட கருத்துகளில் முழுக் கவனம் செலுத்த வேண்டும்.

(அ) கற்பித்தல் பணிக்கான விளக்கமான திட்டத்தைத் தயாரித் தல் : இத் திட்டமானது ஆண்டு முழுவதற்கும் ஒவ்வொரு வேளையில் செய்யப்பட வேண்டிய வேலையைக் காண்பிப்பதாக இருக்க வேண்டும். வேலையின் ஒவ்வொரு சிறு பகுதிக்கும் தேவையான பொருள்களை வாங்குதல், சேகரித்தல் அல்லது தயாரித்தல் முதலி யவை காண்பிக்கப்படல் வேண்டும். இச் செயல்கள் குறிப்பிட்ட பாடம் கற்பித்தலுக்கு முன்னரே செய்யப்படவேண்டும். ஆண்டுத் தொடக்கத்திலேயே, கற்பித்தல் பணிகளுக்கான தேதிகளையும், ஆய் வகப் பணிகளுக்கான தேதியையும் ஆய்வக உதவியாளர்கள் அறிந் திருக்க வேண்டும். ஏனெனில், சில செயல்களானவை தொடர் புடைய கற்பித்தல் பணியைச் செய்வதற்கு முன்னரே ஆரம்பிக்கப் பட வேண்டியிருக்கும்.

இத் திட்டங்களை மூன்று வழிகளில் தயாரித்தல் மிகவும் வசதி யாக இருக்கும். அவைகளாவன :

1. ஆண்டு வேலைக்கான பரவலான திட்டம் தயாரித்து, அதில் முக்கியமான செயல்களைக் குறிப்பிடுதல், அதை எல்லோரும் பார்த்துத் தெரிந்துகொள்ளும் வகையில் ஆய்வகத்தில் வைக்க வேண்டும்.

2. குறிப்பிட்ட ஆசிரியர்களுக்கும், ஆய்வக உதவியாளர் களுக்குமான ஒரு விரிவான திட்டம் தயாரித்தல்.

3. குறிப்பிட்ட தேதிகளில் செய்யப்பட வேண்டிய பலவகை யான செயலைப்பற்றிய திட்டம் தயாரித்தல்.

(ஆ) ஆய்வகப் பணியாளர்களுக்கும் ஆசிரியர்களுக்கும் தேவையான எல்லாச் செயல்களையும் முடித்ததைப்பற்றி அறிவதற்கென ஒரு சரி பார்ப்பதற்கான பட்டியல் (Check-list) தயாரிக்க வேண்டும். ஒவ்வொரு வாரத்திலும் ஒரு குறிப்பிட்ட நாளில் இப்பட்டியலை வைத்துச் சரிபார்த்து, நடவடிக்கை எடுக்கப்பட்டுள்ளது என்பதற்காகவும் யாரால் என்பதற்காகவும் அதில் கையொப்பம் இடல் வேண்டும்.

(இ) நன்முறையில் தயாரிக்கப்பட்ட திட்டங்கள் கூட, அதிலும், பருவகால மாற்றங்களால் பாதிக்கக்கூடிய உயிரியல் சம்பந்தப்பட்டவை சில வேளைகளில் வழிதவறிச் செல்ல நேரிடலாம். அவ்வேளைகளில் ஈடுசெய்ய மாற்றுப் பொருள்களையும், திட்டங்களையும் வைத்திருத்தல் சிறந்த ஆசிரியரின் பொறுப்பாகும். செல்லியல் சம்பந்தமான நழுவங்கள், எலும்புப் பொருள்கள், உலர்ந்த தாவரங்கள் போன்ற கைவசமுள்ள பொருள்களைக் கொண்ட செயல்களை, திட்டமிட்டிருந்த வேலைக்குப் பதிலாகச் சில படி முன் சென்றுச் செயல்களைச் செய்து சமாளிக்கலாம். இவ்வகையான மாற்றுப்பணி எப்போதும் தயாராகவும் ஒழுங்குபடுத்தியும் வைத்திருத்தல் வேண்டும். இவைகள் பயன்படுத்தப்பட்டு விட்டால், உடனே தயாரித்து வைத்துக்கொள்ள வேண்டும். முன்னர் ஒத்தி வைக்கப்பட்ட செயல்கள், உடனடியாகப் பின்பு பூர்த்திச் செய்யப்படல் வேண்டும். எனவே, கவனமாகத் திட்டமிடுதல் மிகவும் அவசியமாகும்.

(ஈ) பள்ளித் தோட்டப் பரிசோதனை, மற்றும் வெளியிடங்களில் உள்ள சூழ்நிலையில் சம்பந்தமான செயல்களுக்குத் திட்டமிடுதல் மிகவும் அவசியமானதாகும். இதனைத் திட்டமிடுதலுக்கு அனுபவம் மிகவும் அவசியமாகும். ஆண்டுதோறும் பெறும் அனுபவத்தைக் குறித்து வைத்துள்ள களப் பதிவேட்டிலிருந்து (field note book) இதனைப் பெறலாம். உதாரணமாக, பருவகாலமானது குறிப்பிட்ட காலத்திற்குச் சற்று முன்னதாகத் தொடங்கினால் அதற்கேற்பச் சில உயிரினத்தில் வாழ்க்கை வரலாற்றில், குறிப்பிட்டபடியானது வழக்கத்திற்கு முன்னரே ஏற்படலாம். இவைகளையெல்லாம் சரிபார்க்கும் பட்டியலை நன்முறையில் ஒழுங்காக ஆராய்ந்தால் அறியலாம்.

(உ) ஆய்வகத் தளவாடச் சாமான்களை, ஏற்ற காலங்களில் ஆய்வக உதவியாளர்களுக்கு அறிவிக்கப்பட்டுள்ள சரிபார்க்கும் பட்டியலில் கண்ட வேலைப்படி நன்கு பராமரிப்பதில் ஊக்கமாகச் செயல்பட வேண்டும்.

(ஊ) நுண்தரிசினி, வளர்ச்சிமானி போன்ற நுட்பமான கருவிகளையும் குறிப்பிட்ட காலங்களில் பராமரிப்புச் செய்யவேண்டும். வசதிக்கு ஏற்பக் காலங்களை ஏற்படுத்திக்கொண்டு அடிக்கடிச் சரி பார்த்துச் சோதிக்கவேண்டும். மாணாக்கர்களைக்கூட நுண்தரிசினி, மற்றும் உபகரணங்களை மாதத்திற்கு ஒருமுறை சரிபார்க்கச் செய்து, தேவையான பழுதுபார்ப்பது, சரி செய்வது, சுத்தம் செய்வதுபற்றி அறிவிக்குமாறு பயிற்சி கொடுக்கலாம். விடுமுறைக் காலங்கள் இப் பணிக்கு மிகவும் ஏற்றதாகும். நல்லாசிரியர் விடுமுறையில் சில நாள்களை இப்பணிக்கு ஒதுக்குவது மிகவும் நன்மை பயப்பதாகும்.

(எ) ஆண்டிற்கு ஒருமுறை ஆய்வக இருப்புப் பட்டியலில் உள்ள எல்லாப் பொருள்களையும் சரிபார்க்க வேண்டும். சாமான்கள் குறைவு, பயன்படுத்தப்பட்ட விகிதம் இவற்றோடு ஒவ்வொரு கருவி மற்றும் பொருள்களின் நிலையையும் தனிப் பட்டியலாகத் தயாரிக்க வேண்டும். இதன் உதவியால் தேர்வு அல்லது விடுமுறைக் காலங் களில் கருவிகளைப் பழுதுபார்த்தல், லென்சுகளைத் துடைத்தல் போன்ற செயல்களைச் செய்யலாம்.

(ஏ) பழுதுபார்க்கும்போது, கீல், பூட்டு போன்றவைகளுக்கு எண்ணெய் இடுவது போன்ற பராமரிப்புப் பணிகளையும் தொடர்ந்து செய்யவேண்டும். கோடை விடுமுறையில் பழுதுபார்த்தலுக்குத் தனிக் கவனம் செலுத்தவேண்டும். மரச் சாமான்கள் குறிப்பாக ஆய்வக மேஜைகளைத் தூய்மைச் செய்தல், மெழுகு பூசுதல், வார்னிசு அடித்தல் போன்றவற்றைச் செய்யலாம். ஆய்வகத்தின் பராமரிப்பு வேலையின் அவசியத்தை நன்கு உணர்ந்து, தொடர்ச்சியான பணியாக ஒழுங்கான முறையில் தவறாது செய்துவந்தால் ஆய்வகத்தின் தரத்தையும், திறனையும் மிகவும் உயர்ந்த நிலையில் வைத்திருத்தல் கடினமான செயல் அன்று என்பதை உயிரியல் ஆசிரியர் அறிதல் வேண்டும்.

செய்முறைப் பதிவேடுகள்
(Practical Records)

ஆய்வகத்தில் மாணாக்கர்கள் செய்த பரிசோதனைகளையும் முடிவுகளையும் பதிவு செய்ய ஆய்வகப் பரிசோதனைப் பதிவேடுகள் மிகவும் அவசியமாகின்றன. கற்பித்தலுக்கான துணைக் கருவிகளில் மாணாக்கர்களின் செய்முறைப் பதிவேடுகளும் முக்கிய இடம் பெறுகின்றன. மாணாக்கர்கள் அறிந்தவற்றைச் சுருக்கிக் கூறவும், முறைப்படுத்திப் பதிவு செய்யவும் இவை உதவுகின்றன. அவர்கள் அறிந்த கருத்தை வெளியிடவும் இது ஒருவழியாகப் பயன்படுகிறது. இவைகள் மாணாக்கர்களின் முன்னேற்றத்தினை உணர்த்துவன

வாகவும் அமைந்துள்ளன. இவற்றின் நோக்கம் சோதனைகளையும் அவற்றின் விளைவுகளையும் பதிவு செய்தலாகும்.

மாணுக்கர்களின் உயிரியல் பதிவேடானது அவர்களுக்குப் பயன்படக்கூடிய முறையில் சரியான விபரங்களைக் கொண்ட மேற்கோள் நூலாக உருவாக்கப்பட வேண்டும். எனவே, இதனை ஆசிரியர் சரிபார்த்துத் திருத்துவதும் அவசியமாகும். உயிரியல் செய்முறைப் பதிவேடுகளில், உயிரினப் பொருள்களின் (Specimens) உடலமைப்பு, புற அமைப்பு, உள்ளமைப்பு பற்றிய படங்களைப் பரிசோதனை செய்து வரையும்போது அவை மிகத் தெளிவாகவும், பாகங்கள் முழுவதும் நன்கு பெயரிடப்பட்டும் இருத்தல் மிகவும் அவசியமாகும். பதிவேட்டில் படங்கள் வரைவது மாணுக்கர்களின் திறமைக்கு ஏற்ப நன்ருக இருத்தல்வேண்டும். ஆயினும், பதிவேட்டை மதிப்பிடும்போது படம் வரையப்படுவதில் கலையழகிற்கு அதிக முக்கியத்துவம் கொடுப்பதும், உற்று நோக்கியறியும் பாடத்தை ஓவியக்கலைப் பாடமாக ஆக்குதலும் கூடாது. உயிரியல் பதிவேட்டில் எளிய கோட்டுப் படங்களாக வரைவது பயனுள்ளதும் விரும்பத்தக்கதும் ஆகும். இதனுல் ஓவியத் திறமையற்ற மாணுக்கர்களும், எளியதாகவும் விரைவாகவும் படங்களைப் பதிவுசெய்யலாம்.

மாணுக்கர்கள் செய்த பரிசோதனை பற்றி நல்லமுறையில் பதிவு செய்ய மாணுக்கர்களுக்குப் பயிற்சி அளிக்க வேண்டும். பரிசோதனை செய்யும்போது அறிவியல் சம்பந்தப்பட்ட விபரங்கள் மிகவும் மதிப்பு வாய்ந்தவையாதலால் அவர்கள் செய்தது, கண்டுபிடித்தவைபற்றிய தகவல்களைத் துல்லியமாகப் பதிவு செய்யுமாறு ஊக்குவிக்க வேண்டும். விவரித்து எழுதுவதும் சில வேளைகளில் பயனுள்ளதும் தேவையானதுமாக இருக்கும். பதிவேடுகளில், தெளிவாகவும் துல்லியமாகவும் (accuracy) உயர்ந்த நடையிலும் பவுதி செய்தலை ஊக்குவிக்கலாம். உயிரியல் சம்பந்தப்பட்ட சில தலைப்புகளை உயர்ந்த இலக்கிய நடையிலும் எழுதச் செய்யலாம்.

ஆய்வகத்தில் செய்த பரிசோதனைகளின் முறைகளையும் முடிவுகளையும் பதிவுசெய்யப் பதிவேடுகள் வைக்கப்படும்போது இயன்ற வரை அச்சிட்ட பதிவேடுகள் வைத்தல் தவிர்க்கப்படல் வேண்டும். பொதுவாக அவைகளில் தேவையற்ற அதிகமான விபரங்கள் தரப்பட்டிருக்கும். சில வேளைகளில் பரிசோதனையின் முடிவுகளைப் பதிவு செய்யும் விதமும், அட்டவணைப்படுத்தும் முறையும் வகுப்பறையில் ஆசிரியர் கூறிய விளக்கத்தினின்றும் வேறுபட்டிருக்கவும் கூடும். அதனுல் மாணுக்கர்களுக்குச் சிரமம் ஏற்பட வாய்ப்புகள் உண்டு. அச்சிட்டப் பதிவேடுகளில் கொடுக்கப்

பட்டிருக்கும் இடமும் சில சமயங்களில் பதிவு செய்யப் போதுமான தாக இராது. அந்தந்த வகுப்பிற்கு ஏற்ற முறையில் தாங்களாகவே அச்சிட்டுக்கொள்வதாக இருந்தால் இப் பிரச்சனைக்கு இடமில்லை. இயன்றவரை அச்சிட்டோ கோடுகளோ இல்லாத தாள்களைக் கொண்ட பதிவேடுகளையே பயன்படுத்த ஊக்குவிக்க வேண்டும். பதிவேடானது நல்ல காகிதத்தையும் சிறந்த கட்டமைப்பையும் கொண்டதாக இருக்கவேண்டும். பதிவேட்டின் அளவு 25 செ. மீ. நீளமும் 18 செ. மீ. அகலமும் கொண்டதாக இருந்தால் மிக நன்றாக இருக்கும்.

பரிசோதனை செய்தவற்றைப்பற்றி எழுதும்போது, பரிசோதனைகளைச் செய்துவந்த முறைப்படியே எழுதவேண்டும். வழக்கமாகச் சோதனை செய்த முறையை வலப் புறத்திலும், உற்றுநோக்கலில் கண்ட முடிவுகளை இடப்புறத்திலும் எழுதவேண்டும். ஆனால் ஒப்படை முறைகளில் மட்டும் இம்முறையானது சிறிது வேறுபடும். இடப் புறத்தில் ஆயத்த வேலையும், வலப் புறத்தில் ஆய்வக வேலையும் கொண்டிருக்கும். அதாவது சோதனை செய்த விபரத்தையும், உற்று நோக்கிய தகவல்களையும் கொண்டதாக இருக்கும்.

மாணாக்கர்கள் பதிவேட்டில் பதிவு செய்யும்போது எழுதும் முக்கிய நடையானது கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன :

1. நான் முதலில் செம்பருத்திச் செடியின் நுனிக் கிளையை வெட்டி எடுத்தேன். பின்னர் அதனை ஒரு துளை அடைப்பான் மூலம் போட்டோமீட்டரின் மேல் முனையில் பொருத்தினேன்.

2. நாங்கள் முதலில் செம்பருத்திச் செடியின் நுனிக் கிளையை வெட்டி எடுத்தோம். பின்னர் அதனை ஒரு துளை அடைப்பான் மூலம் போட்டோமீட்டரின் மேல் முனையில் பொருத்தினோம்.

3. செம்பருத்திச் செடியின் நுனிக் கிளையை வெட்டி எடு. பின்னர் அதனை ஒரு துளை அடைப்பான்மூலம் போட்டோமீட்டரின் மேல் முனையில் பொருத்து.

4. செம்பருத்திச் செடியின் நுனிக் கிளை ஒன்று வெட்டி எடுக்கப்பட்டது. பின்னர் அது ஒரு துளை அடைப்பான் மூலம் போட்டோமீட்டரின் மேல் முனையில் பொறுத்தப்பட்டது.

மேலே கண்ட நான்கு நடைகளில் இறுதியில் கூறப்பட்ட நடையானது அறிவியல் சோதனைகளை எழுதுவதற்குச் சிறந்த

முறையாகும். ஆனால், மாணுக்கர்களுக்கு எழுதச் சிறிது சிரமம் இருக்கலாம். மூன்றாவதாகக் குறிப்பிடப்பட்டுள்ள உத்தரவு இடும் முறையில் எழுதுவது விரும்பத் தக்கதன்று. ஏனெனில், சிறிய மாணுக்கர்கள் கட்டளைகள் பிறப்பிக்க மாட்டார்கள். அவர்கள் என்ன செய்தார்களோ, அவற்றைத்தான் விவரித்து எழுதுவார்கள். முதலாவதாகக் கூறப்பட்டுள்ள நடையானது, எளியதாகவும், சிரமம் இன்றியும் இருப்பதால் இதுவே பொதுவாகப் பயன்படுத்தப் படுகிறது. மாணுக்கர்கள் பதிவேட்டில் பதிவு செய்யும்போது சில வாக்கியங்களை முதலில் குறிப்பிட்ட நடையிலும், பின்னர் சில வாக்கியங்களை இறுதியில் குறிப்பிடப்பட்டுள்ள நடையிலும் எழுத அனுமதிக்கக் கூடாது. எந்த நடையில் எழுதத் தொடங்குகிறார் களோ, அதே நடையில் ஒரு பரிசோதனையை மட்டுமன்றி அந்த ஆண்டு செய்யும் எல்லாப் பரிசோதனைகளையும் அதே நடையில் எழுதவேண்டும் என ஆசிரியர் கூறவேண்டும்.

மாணுக்கர்களுக்குப் பரிசோதனைபற்றிய செய்முறை அல்லது அறிவுரைக் குறிப்புகள்
(Instructions to Pupils)

ஆய்வகத்தில் மாணுக்கர்கள் பரிசோதனை செய்து பார்க்கத் தொடங்குவதற்கு முன்னர், எவற்றை எவ்வாறு செய்ய வேண்டும் என்பது பற்றியும் முன்னதாகவே தெளிவாக விளக்கப்பட வேண்டியது அவசியமாகும். குறிப்பிட்ட பரிசோதனைக்கான சிறப்பு அறிவுரைகளையும் முன்னெச்சரிக்கைகளையும் சரியான நேரத்தில் அவர்களுக்குக் கொடுக்கவேண்டும். கற்பிக்கும்போது ஆசிரியர் கூற மறந்த சில முக்கிய நிபந்தனைகளைப் பரிசோதனை செய்து பார்ப்பதற்கு முன்னர் கூறும்போது அதனை வெற்றிகரமாகச் செய்ய அவை பெரிதும் உதவுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, தவளை யின் இரத்த ஓட்ட மண்டலத்தைப் பரிசோதனை செய்யும்போது இரத் தக் குழாய்கள் அறுபடாமலும் அவற்றில் ஓட்டை ஏற்பட்டு இரத்தம் வெளியில் வந்துவிடாமலும் கவனமாகச் செய்யப்படல் வேண்டும் என்பன போன்ற நடைமுறை எச்சரிக்கைகளை முன்னரே கூறுவது மிகவும் அவசியமாகும். மாணுக்கர்களுக்குப் பரிசோதனை செய்வது குறித்துச் சரியான முறையில் வழிகாட்டக் கீழ்க்கண்ட துணைப் பொருள்கள் உதவுகின்றன.

1. ஆய்வகத் துணை நூல் (Laboratory Manual)
2. செய்முறைக் குறிப்பு அட்டைகள் (Instructional cards)
3. ஆய்வகச் செய்முறைக் குறிப்புகள் (Laboratory Instructions)

ஆய்வகத் துணைநூல் (Laboratory Manual)

மாணுக்கர்கள் சோதனைச் சாலையில் பலவிதமான தாவரங்கள், பிராணிகள் பற்றிய பரிசோதனைகளைச் செய்து கண்டறியும்போது, சிறந்த முறையில் பரிசோதனை செய்ய, அவர்களுக்கு உதவும் வகையில் சில செய்முறைக் குறிப்புகள் அவசியமாகும். ஆய்வகத் துணைநூல் இதற்குப் பெரிதும் பயன்படுகிறது. இது பாடத்தில் போதுமான அனுபவமில்லாத ஆரம்ப நிலையில் உள்ள ஆசிரியர்களுக்குத் தேவையானதாகும். தாளுகவே பரிசோதனை செய்ய விரும்பும் மாணுக்கர்களுக்கும் இது பெரிதும் பயன்படும். உடல் நலக்குறைவாலோ வேறு காரணத்தாலோ வகுப்பிற்கு வராத மாணுக்கர்கள் இவற்றின் துணை கொண்டு பரிசோதனைகளைச் செய்து பார்க்க இயலுகிறது. ஆசிரியரும் ஒவ்வொரு செய்முறை வகுப்பிற்கும் பரிசோதனை செய்வதற்கான குறிப்புகளைத் தயாரிக்க வேண்டிய அவசியமில்லை. வகுப்பில் பாடம் கற்பிக்கும் நேரத்தில் செய்முறை சம்பந்தமான குறிப்புகளைக் கொடுக்கவேண்டியதில்லை. இவ்வாய்வகத் துணை நூலில் பரிசோதனையின் சரியான முடிவுகளே வரும் வகையில் செய்முறைகள் கொடுக்கப்பட்டிருப்பதால், மாணுக்கர்களது காலமும் மிச்சப்படுகிறது. சில தகவல்களைச் சேகரிக்கும்போது இக் கையேடானது படிவமுறையில் அமையப் பட்டிருந்தால் தகவல்களை முறைப்படுத்தவும் அறிவிக்கவும் அதிக நேரம் தேவைப்படாது.

ஒப்படைகள் மூலம் பாடம் நடைபெறும்போது, குறிப்பிட்ட பாட நூலுக்கு அதற்குரிய கையேடு மிகவும் அவசியமாகும். ஒரு சிறந்த ஆய்வகத் துணைநூல் அல்லது கையேடானது பரிசோதனை செய்யும் முறை குறித்தும், கையாள வேண்டிய முன்னெச்சரிக்கைகள் போன்றவை குறித்தும் முழுவதும் வழி காட்டுவதாக அமைதல் அவசியமாகும். தாவரங்களின் நீராவிப் போக்கு, காற்றின் வேகம், சூரிய ஒளி இவைகளால் மாறுபடுவதையும், தவளையின் இதயத் துடிப்பு நீரின் வெப்ப நிலை மாறுபடுவதற்கேற்பக் குறிப்பிட்ட கால எல்லையில் கூடுவது குறைவது குறித்தும், ஒளிச் சேர்க்கையின் போது தாவரங்கள் வெளியிடும் ஆக்ஸிஜன் குமிழிகளின் அளவு, சிகப்பு, நீலம், மஞ்சள் போன்ற நிற ஒளிக்கேற்றவாறு மாறுபடுவதை உற்று நோக்கியவற்றைப் பதிவு செய்கின்ற முறை, எத்தனை முறை அளவுகள் எடுக்க வேண்டும், அவற்றை எவ்வாறு அட்டவணைப் படுத்துவது போன்ற விபரங்களைக் கொண்டதாக இருக்கவேண்டும். ஆய்வகச் செய்முறைப் பதிவேட்டை (practical record) சிறந்த முறையில் முறையாகவும் முழுமையாகவும் எழுத மாணுக்கர்களுக்கு இது பயன்படுகிறது. இத் துணை நூலானது குறிப்பிட்ட பாட நூலுக்குத் துணை நூலாகவும், அப் பாடநூலின் எந்தப் பாடத்தின்,

எந்தப் பக்கத்திற்கான விளக்கம் போன்றவை இதில் குறிப்பிடப் பட்டிருக்கும். பாட நூலில் சில சமயங்களில் குறிப்பிட்ட சில பாடங்கள் சரியாக விளக்கப்படாமலோ அல்லது வரையப் படாமலோ இருந்தால் அவைகளும் இக் கையேட்டில் நன்கு விளக்கப்பட்டும் வரையப்பட்டுமிருக்கும். 'ஆரம்பப் பள்ளிக்கான பொது அறிவியல்' என்ற பாடத் திட்டத்தைக் கொண்ட நூலை வெளியிட்ட, தேசியக் கல்வி, ஆராய்ச்சி மற்றும் பயிற்சி நிறுவனமே அதற்கான ஒரு கையேட்டினை (A Teacher's Hand book of activities) வெளியிட்டுள்ளதை எடுத்துக்காட்டாகக் கொள்ளலாம்.

ஆய்வகத் துணை நூலைத் தேர்ந்தெடுத்தல் மிகவும் முக்கியமான ஒன்றாகும். சில வேளைகளில் பலவிதமான தேவையற்ற விபரங்களைக் கொண்டதாக ஆய்வகக் கையேடு இருந்தால் மாணுக்கர்கள், அவற்றையெல்லாம் படித்துப் புரிந்துக் கொள்ளத் தங்களது நேரத்தை வீணுக்க வேண்டியிருக்கும். ஆய்வகத் துணை நூலானது நன்றாக இல்லையெனில் மாணுக்கர்களை அதைப் பயன்படுத்த அனுமதிக்கக் கூடாது. பலவகைப் பரிசோதனைகளைச் செய்ய வேண்டிய குறிப்புகள் அடங்கிய சேமிப்பாக இன்றி, அவைகளைத் தொடர்புபடுத்தி அமைக்கப்பட்டிருத்தல் அவசியம். பாட நூலுக்கு ஏற்றாற்போல், சிறந்த ஆய்வகத் துணை நூல் கிடைக்கவில்லை யெனில் ஆசிரியரே தானுக ஒவ்வொரு பரிசோதனைக்கும் தயாரித்து மாணுக்கர்களுக்கு அச்சிட்டோ அன்றிக் கையெழுத்துப் படிகள் எடுத்தோ வழங்கலாம்.

ஆய்வகத் துணை நூலில் குறிப்பிடப்பட்டிருக்கிற செயல்கள் பெரும்பாலும் பரிசோதனையைச் சரி பார்க்கும் நிலையிலேயே இருக்கின்றனவே தவிர, உண்மையான பரிசோதனைகளாக இருப்ப தில்லை. இதில் மாணுக்கர்கள் சுயமாகச் சிறிதுகூடச் சிந்திக்க வாய்ப்பே இல்லையெனக் கூறலாம். பரிசோதனையின் முடிவு சரியாக வர ஆய்வகத் துணை நூலில் கூறப்பட்டிருக்கும் அறிவுரைகளைக் கவனமாகப் பின்பற்ற வேண்டுமென அவர்கள் எதிர்பார்க்கப்படுகிறார்கள். இதனுல் கண்மூடித்தனமாகப் பரிசோதனையைச் செய்வதால் பரிசோதனை செய்யும்போது ஏற்படும் பிரச்சினைகள், அவற்றைச் சமாளிக்கும் விதம், கிடைக்கும் சோதனை முடிவுகளைப்பற்றி ஆராய்ந்து முடிவுக்கு வருதல் போன்றவற்றில் சிறிதும் பயிற்சியானது ஏற்படுவதில்லை. மேலும் வெளியில் கிடைக்கும் கையேடுகள், இங்குள்ள தேவைகள், கிடைக்கக் கூடிய பொருள்களையும் பொறுத்து இருப்பதில்லை. எனினும், அதிக வேலைப் பளு உள்ள ஆசிரியரின் பணியைக் குறைக்கவும், அனுபவமும் பயிற்சியும் குறைவாக உள்ள ஆசிரியர்களுக்கும் இது உதவுகிறது.

செய்முறைக் குறிப்பு அட்டைகள்
(Instructional Cards)

பரிசோதனை செய்யும் முறைகளை மாணாக்கர்களுக்குக் கூறச் செய்முறைக் குறிப்பு அட்டைகள் பயன்படுகின்றன. 16 செ. மீ. நீளமும் 10 செ. மீ. அகலமும் உள்ள அட்டைகளில் பரிசோதனை செய்யும் முறைகளை எழுதி ஒவ்வொரு பரிசோதனைக்கு அருகிலும் தொங்கவிடப்படும். இப் போதனை அட்டையில் பரிசோதனை செய்யும் முறைகுறித்து விரிவான விளக்கம் கொடுக்கப்பட்டிருக்கும். அதில், செய்யப்போகிற பரிசோதனையின் முக்கிய நோக்கம், தெளிவாக வரையறுத்துக் கூறப்பட்டிருக்கும். தேவைக்கு அதிகமான அறிவுரைகள் மாணாக்கர்களுக்குச் சோர்வையும் சோம்பலையும் உண்டாக்கும். அதே நேரத்தில் மிகவும் குறைவான செய்முறைக் குறிப்புகள் பரிசோதனை செய்வதில் உள்ள ஆர்வத்தைக் குறைக்கும். எனவே, செய்முறைக் குறிப்பு அட்டைகள் தயாரிக்கும்போது அறிவுரைகள் அதிக அளவு இன்றியும், மிகக் குறைவாக இல்லாமலும் கவனித்துக் கொள்வது அவசியமாகும். பரிசோதனை செய்வதற்கான செய்முறைக் குறிப்பு அட்டையானது கீழ்க்கண்ட தகவல்களைக் கொண்டிருக்க வேண்டும்.

1. பரிசோதனையின் எண்.
2. பரிசோதனையின் நோக்கம்.
3. பரிசோதனை செய்ய வேண்டிய முறை.
4. கவனிக்க வேண்டிய முன்னெச்சரிக்கைகள்.
5. வினாவுகளை அட்டவணைப்படுத்தும் வழிகள்.
6. சரியான முடிவுக்கு வர உதவும் வினாக்கள்.
7. முடிவு.

உதாரணம் :

1. பரிசோதனையின் நோக்கம்

தாவரங்களில் நீராவிப் போக்கு நடைபெறுதலையும் அது வெளிக்காற்றின் தட்ப வெப்பத்தையும், ஈரப்பத நிலையையும், காற்றின் வேகத்தையும் பொறுத்துள்ளது எனக் காணல்.

2. தேவையான துணைக் கருவிகள்

போட்டோமீட்டர் (Potometer), இலைகளுடன்கூடிய செம்பருத்திச் செடியின் நுனிக்கிளை, முக்வையில் தண்ணீர், ஒரு துளை அடைப்பான்.

3. செய்முறை

ஒழுங்கான சுத்தம் செய்யப்பட்ட போட்டோமீட்டரில் காற்றுக் குமிழிகள் இல்லா வண்ணம் நீரால் நிரப்பு. இலைகளுடன் கூடிய செம்பருத்திச் செடியின் நுனிக் கிளையை ஒரு துளை அடைப்பான் மூலம் போட்டோமீட்டரின் மேல் முனையில் பொருத்து. கிளைக்கும் தக்கைக்கும் இடையில் காற்று செல்லாத படிசெய். போட்டோமீட்டரின் வேறு எந்தப் பகுதியிலிருந்தும் காற்றுக் குமிழிகள் உள்ளே நுழையாதவாறு அதன் பல பகுதிகளில் மெழுகைத் தடவு. (இதற்குத் தேன் மெழுகை வாஸ்லீனைக் கொண்டு உருக்கி இளகச் செய்து பயன்படுத்தலாம்.) போட்டோமீட்டரின் தந்துகிக் குழாயின் முனையை ஒரு சிறிய முகவையி லுள்ள தண்ணீரில் வை. ஒரு வளைந்த குறுகிய பிப்பெட் (Pipette) குழாயைப் பயன்படுத்தி நீர் நிரம்பிய தந்துகிக் குழாய்க்குள் ஒரு சிறு காற்றுக் குமிழைச் செலுத்து. போட்டோமீட்டரைச் சூரிய வெப்பம் படுமாறு திறந்த வெளியில் வைத்து, நீராவிப் போக்கினால் காற்றுக் குமிழி நகரும் தூரத்தைக் குறிப்பிட்ட காலத்திற்குக் குறி. இதே போட்டோமீட்டரை நிழலும் காற்றும் உள்ள அறையில் வைத்துக் காற்றுக் குமிழி நகரும் தூரத்தையும் காலத்தையும் குறித்துக் கொள். அடுத்து இதே உபகரணத்தை விரைவாகச் சுழலும் மின் விசிறியின் அருகில் வைத்துக் காற்றுக் குமிழி நகர்ந்த தூரம், காலம் ஆகியவற்றைக் குறித்துக் கொள்.

4 முன்னெச்சரிக்கை

துணைக் கருவியில் கிளைக்கும், தக்கைக்கும், மற்றும் வேறு பகுதியிலிருந்தும் காற்றுக் குமிழிகள் உள்ளே நுழையாதவாறு மெழுகைப் பூசு. செடியின் நுனிக்கிளையின் வெட்டுண்ட பாகத்தைச் சில நிமிடம் நீரில் வைத்துப் பின்னர் எடுத்துப் பொருத்து.

5. உற்றுநோக்கலின் விளைவை அட்டவணைப்படுத்துதல்

சூரிய ஒளியிலும், சாதாரணக் காற்றும் நிழலும் உள்ள அறையிலும், அதிகக் காற்று வீசும் இடமுமாகிய வெவ்வேறு சூழ்நிலையில் காற்றுக் குமிழி குறிப்பிட்ட காலத்தில் நகர்ந்த தூரத்தை அட்டவணைப்படுத்து.

6. வினாக்கள்

1. சாதாரணமான காற்றும் நிழலும் உள்ள அறையைவிடச் சூரிய ஒளியில் காற்றுக் குமிழி நகரும் வேகம் அதிகரித்ததா?

2. சாதாரணக் காற்று வீசுவதைவிட, வேகமாகக் காற்று அடிக்கும்போது நீராவிப் போக்கு எவ்வாறு இருந்தது?

7. முடிவு

அட்டவணையின் உதவியால் குறிப்பிட்ட காலத்தில், நீராவிப் போக்கானது சீரான தட்பவெப்ப அறையிலும், சூரிய ஒளியிலும், அதிகக் காற்று வீசும்போதும் எவ்வாறு இருந்தது என்பதைக் கண்டுபிடி.

ஆய்வகச் செய்முறைக் குறிப்புகள்
(Laboratory Instructions)

ஆய்வகத்தில் மாணுக்கர்கள் பரிசோதனை செய்யும்போது உதவியாக இவை பயன்படுகின்றன. ஆய்வக அறிவுரையானது எளிய நடையிலும் தெளிவான முறையிலும் இருத்தல் அவசிய மாகும். அதில் பரிசோதனையை எவ்வாறு முறையாகச் செய்ய வேண்டும் என்பது ஒழுங்காகவும் சுருக்கமாகவும் கொடுக்கப் பட்டிருக்கும். அதில் பரிசோதனை செய்கிறபோது கவனிக்கப்பட வேண்டிய முன்னெச்சரிக்கைகளும் கொடுக்கப்பட்டிருக்கும். பரிசோதனை செய்யும்போது கிடைக்கக்கூடிய முடிவுகளை எவ்வாறு பதிவு செய்வது என்பதும், எத்தனை முறை செய்யப்படல் வேண்டும், கணக்கிடப்படல் ஏதேனும் இருந்தால் அவற்றை எவ்வாறு செய் வது போன்ற விபரங்கள் அனைத்தும் விளக்கமாக ஆய்வகப் பரி சோதனைக் குறிப்பில் கொடுக்கப்பட்டிருக்கும்.

பரிசோதனை 1.

ஒளிச் சேர்க்கைக்குக் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு அவசியம் என் பதைக் கண்டுபிடித்தல்.

1. பரிசோதனை செய்வதற்கு இரண்டு நாள்களுக்கு முன்பே தொட்டியில் வளரும் செடியை இருட்டில் வைத்து இலையிலுள்ள ஸ்டார்ச்சைப் போக்கு.

2. அகன்ற வாயுள்ள புட்டியை எடுத்து சோடியம் அல்லது பொட்டாசியம் ஹைடிராக்ஸைடின் (Pottassium hydroxide) கரைசலை ஊற்று.

3. இருட்டில் வைக்கப்பட்ட செடியின் இலையைப் பறித்து, இலையின் நுனிப்பாகத்தை சோடியம் அல்லது பொட்டாசியம் ஹைடிராக்ஸைடு கரைசல் ஊற்றப்பட்ட புட்டிக்குள் செலுத்து.

4. பின்னர் புட்டியின் வாய்பாகத்தை இரண்டாகப் பிளக்கப் பட்ட தக்கைக்கு இடையில் இலையின் காம்புடன் கூடிய சிறிய பகுதி வெளியே இருக்கும்படி தக்கையால் மூடு.

5. பொட்டாசியம் ஹைடிராக்ஸைடு கரைசல் புட்டிக்குள் இருக்கும் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடை முற்றிலும் உறிஞ்சிவிடுகிறது. எனவே, புட்டிக்குள் வெளிக்காற்று செல்லாமல் நன்ருக மூடு.

6. புட்டிக்கு வெளியில் உள்ள இலையின் அடிக்காம்பு, தண்ணீர் நிரம்பிய மற்ருெரு புட்டியில் முழுகி இருக்கும்படி செய்.

7. இந்த உபகரணத்தைச் சூரிய ஒளியில் வை.

8. மாலையில் இலையைப் புட்டியிலிருந்து எடுத்து, கொதி நீரிலும் ஆல்கஹாலிலும் போடு.

9. வெளுத்தபின் அயோடின் கரைசலை ஊற்றி, இலையில் எந்தப் பகுதியானது நீல நிறமாக மாறி ஸ்டார்ச்சு தயாரிக்கப் பட்டுள்ளது எனக் கவனி. இதனுல் நீ அறிவது யாது?

பரிசோதனை 2.

ஒளிச் சேர்க்கையின் போது ஆக்ஸிஜன் இலையினின்று வெளிவருதலைக் கண்டுபிடித்தல்.

1. ஒரு சிறிய கண்ணுடித் தொட்டியில், சிறிது வேலம் பாசியை வைத்து அதில் மிகச் சிறிதளவு பொட்டாசியம் கார்பனேட் (Potassium carbonate) உப்பைக் (1%) கரைத்து ஊற்று.

2. வேலம்பாசி உள்ளிருக்கும்படி அதன்மீது ஒரு கண்ணுடிப் புனலைக் கவிழ்.

3. நீரால் நிரப்பப்பட்ட ஒரு சோதனைக் குழாயைப் புனலின் மேல் கவிழ்.

4. சில மணி நேரம் இந்த உபகரணத்தைச் சூரிய ஒளியில் வை.

5. வேலம் பாசியினின்றும் பல வாயுக் குமிழிகள் தொடர்ந்து வருகிறதா எனக் கவனி.

6. சோதனைக் குழாய் வாயுவால் நிரம்பியதும் அதற்குள் ஒரு கொள்ளிக் குச்சியைச் (Red hot splinter) செலுத்து.

7. அது பிரகாசமாக எரிந்து ஆக்ஸிஜன் இருப்பதை உணர்த்துகிறதா எனக் கவனி.

8. இப் பரிசோதனையின்மூலம் நீ என்ன அறிகிருய்?

செய்முறைப் பணிக்கு ஏற்பாடு செய்தல்
(Organising Practical Work)

உயிரியல் பாடமானது முக்கியமாக, செய்முறைப் பாடமாகக் கற்பிக்கப்பட வேண்டிய ஒன்றாகும். இதனைக் கொள்கையளவில் மட்டும் கூறி நடத்திச் சென்றால் மாணாக்கர்கள் சரியாகப் புரிந்து கொள்ளாமலும், கைத்திறன் பயிற்சி அடையாமலும் அன்றாட வாழ்க்கையோடு பாடத்திற்கு உள்ள தொடர்பையும் அறிய முடியாமல் போய்விடக்கூடும். இரண்டாவதும், மிகவும் முக்கியமானதுமான உழைப்பின் உயர்வை அறியும் வாய்ப்பும் இல்லாமல் போய் விடும். உடலுழைப்பானது தாழ்வானது என்ற கருத்தும் ஏற்பட்டு விடும். பாடக் கொள்கைக்கும் செய்முறைப் பணிக்கும் இடையேயுள்ள வேறுபாடானது செயற்கையான ஒன்றாகும். இரண்டுமே மாணாக்கர்களைச் சிந்திப்பதற்குக் கொண்டுசெல்லக் கூடியதாகும். செய்முறைப் பணியானது பார்ப்பதும், படம் வரைவதும், செய்வதுமாக இல்லாமல் ஆக்கபூர்வமான சிந்தனையைத் தூண்டுவதாக இருக்கவேண்டும். 'செய்து கற்றல்' என்பது உயிரியல் கற்பித்தலில் மிகவும் முக்கியமான கொள்கையாகும். இன்றைய அறிவியல் கற்பிக்கும் முறையில் பரிசோதனை, செயலைச் செய்தல் இவைகளின் அவசியம் அதிகரித்துள்ளன. ஆகவே, அறிவியலின் எந்தப் பாடமாயினும் அதில் செய்முறைப் பணி இல்லையெனின் அவை முழுமை பெறா. நாம் எதையும் செய்து கற்றலால், உயர்நிலைப் பள்ளி நிலையிலேயும் செய்முறைப் பணிகள் அறிவியலில் தவிர்க்க முடியாத அவசியமான ஒன்றாகிறது. அறிவியல் கொள்கைகளும், தத்துவங்களும் அப்போதுதான் அதற்கான பொருளை விளக்குகின்றன. மாணாக்கர்களின் மனத்தில் ஒரு பொருளைத் தூரத்திலிருந்து பார்ப்பது அல்லது வர்ணனைகளைப் படிப்பதைக் காட்டிலும், அதைக் கையாளும்போது மனத்தில் நன்கு பதிந்துவிடுகிறது. பெரும்பாலான குழந்தைகள் தங்கள் கைகளால் செய்வதையே பெரிதும் விரும்புகின்றனர். இயல்பூக்க நிலையில் மனத்திருப்தி அடைவதற்கும் திறனாய்வு முறையில் சிந்திப்பதற்கும் (critical thinking), தன் முனைப்பு ஆற்றல் (initiative), கூட்டுறவு போன்ற பண்புகளையும் வளர்க்கச் செய்முறைப் பணிகள் உதவுகின்றன. மேலும் இவை ஒரு மாறுதலையும் (variety) ஆயத்த நிலையையும் உண்டாக்குகிறது. கொள்கையாகக் கற்றவை செய்துபார்க்கும்போது நிரூபிக்கப்பட்டு, உண்மையென்று ஏற்றுக்கொள்ளப்படுகிறது. நாம் தினசரி வாழ்வில் காணும் புதிய அறிவியல் கண்டுபிடிப்புகளும் தத்துவங்களை அடிப்படையாகக் கொண்ட சாதனங்களும், அறிவியல் அறிஞர்களும் தொழில்துறை வல்லுநர்களும், தொடர்ந்து பரிசோதனை

செய்து, கண்ட உண்மைகளின் முடிவுகளேயாகும். எனவே, இவைகள் அனைத்தும் எந்தப் பிரிவுப் பாடமாக இருந்தாலும் அதில் செய்முறைப் பணியானது ஒரு முக்கியமான இடத்தைப் பெறவேண்டும் என்பதையே வற்புறுத்துகிறது. மேலும் செய்முறைப் பணியானது அறிவியல் முறைப் பயிற்சிக்கு வாய்ப்பு அளிக்கிறது. செய்முறைப் பணியின்போது படம் வரைதல், அளவுகளை எடுத்தல், உபகரணங்களைக் கையாளும் கைத்திறன் போன்றவை வளர்கின்றன. கூட்டுறவு உணர்வோடு தன்னையே சார்ந்திருத்தல், தன்னை அறிதல், தன் முனைப்பு, தானே சிந்தித்து கருத்தை வழங்குதல் போன்ற நல்ல பண்புகளும் ஏற்படுகின்றன. உயிரியல் செய்முறைப் பணியில் மேற்கண்ட பயன்கள் வளர வாய்ப்புகள் அதிகமாக உள்ளன.

செய்முறை வகுப்பிற்கான பணியை அமைத்தல்
(Organising the work of the practical class)

மாணுக்கர்கள் செய்முறைப் பணி புரியும்போது உள்ளத்தளவிலும் சுறுசுறுப்பாக இருக்க ஆசிரியர் தனது வேலையை ஒழுங்குபடுத்த வேண்டும்.

1. செய்முறைப் பணித் தொடங்குவதற்கு முன்னரே அதற்கான எல்லா ஆயத்த வேலைகளும் முடிந்து தயாராக இருக்க வேண்டும். அவ்வாறின்றி இதற்காக மாணுக்கர்களைக் காத்திருக்கச் செய்தால், காலம் வீணுவதுடன், கவர்ச்சி, கவனம், ஒழுங்கு போன்றவையும் குறையக்கூடும்.

2. மாணுக்கர்கள் செய்முறை வகுப்பில் என்ன செய்யப் போகிருர்கள் என்பதை முன்னரே அறிந்திருக்க வேண்டும். அதற்கான துணைக் கருவிகளுடன் தயாராக வர வேண்டும். பள்ளியிலேயே உபகரணங்கள் வழங்குவதாக இருந்தால், அவைகளைத் தயாராக வைத்திருந்து மாணுக்கர்கள் வந்த உடனேயே வழங்க வேண்டும்.

3. செய்முறைக் குறிப்பு அட்டைகள், படங்கள் போன்றவை உடனடியாகப் பயன்படுத்தப்படத் தயாராக இருக்கவேண்டும்.

4. மாணுக்கர்கள் என்ன செய்யவேண்டும் என்பதை ஆசிரியர் செய்துகாட்ட வேண்டும். அதன் நோக்கத்தைக் கூறி, முறையை விளக்கி, முடிவைக் காட்டி, அதே நேரத்தில் இவைகள் அனைத்தும் விஞ-விடை முறையில் நடைபெறுமாறு செய்யவேண்டும். சில பரிசோதனை முறையானது, ஒரே நேரத்தில் முழுவதும் செய்துகாட்ட

முடியாதபடி மிகவும் நீண்டதாகவோ, சிக்கல் நிறைந்ததாகவோ இருக்கலாம். இந்நிலையில் பரிசோதனை முழுவதையும் சுருக்கமாகக் கூறி, வசதிக்கேற்ப பல பகுதிகளாகப் பிரித்து, முதல் பகுதியைச் செய்துகாட்டி, மாணுக்கர்களை அதனை மட்டும் செய்யச் சொல்ல வேண்டும். பின்னர் இரண்டாவது படியைச் செய்துகாட்டி, அதனை முடிக்கச் செய்து, இவ்வாறு அந்த பரிசோதனை முழுவதும் முடியும் வரை பல படிகளாகச் செய்துகாட்டி மாணுக்கர்களைச் செய்யச் சொல்லலாம். எல்லா வகையான செய்துகாட்டலின் போதும் மூன்று கருத்துக்களைக் கவனத்தில் கொள்ளவேண்டும்.

(அ) மாணுக்கர்கள் வேலையின் நோக்கத்தைத் தெளிவாக அறிந்திருக்க வேண்டும்.

(ஆ) பயன்படுத்தும் முறை, செய்முறையின் வரிசை போன்றவைகளை அவர்கள் நன்கு அறிந்திருக்க வேண்டும்.

(இ) அவர்கள், செய்முறைகளையும், முடிவுகளையும் பதிவு செய்யவேண்டும்.

5. பல வகைகளில் மீள்பார்வை செய்து, செய்முறைப் பணியை நன்கு அறிந்துகொள்ள போதுமான வாய்ப்புகள் வழங்கப்படல் வேண்டும்.

6. வாய்ப்பு ஏற்படும் வேளைகளில் எல்லாம், செயலோடு, கொள்கைக்கு உள்ள தொடர்பினை வற்புறுத்திக் காட்டவேண்டும்.

7. மாணுக்கர்கள், தங்களுக்குள்ளே மற்றவர்களுக்கு கற்பிப்பதன் வாயிலாக தங்கள் அறிவைப் பெருக்கவும், ஒருங்குத் திரட்டவும் வேண்டும். கற்பிக்க முயல்வது என்பது கற்றலின் மிக பயனுள்ள முறையாகும்.

8. குழு வேலையானது ஊக்குவிக்கப்படல் வேண்டும். ஆனுல் குழுவில் உள்ள அனைவரும் பங்கேற்குமாறு அமைக்கவேண்டும். ஓரிருவர் மட்டும் முழு பங்கேற்று செய்யாதவாறு பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும்.

9. ஆசிரியர் சுறுசுறுப்பாக பங்கேற்று பணி புரிபவராக இருக்க வேண்டும். ஒரு முறையைச் செய்துகாட்டிவிட்டு வாளா விராமல் வகுப்பில் உள்ள ஒவ்வொரு மாணுக்கரின் இடத்திற்கும் சென்று உதவியும், வினுக்கள் கேட்டும், ஊக்குவித்தும், தனிக்கவனம் செலுத்தவேண்டும்.

10. மாணுக்கர்கள் கூடுதலாக தங்கள் நேரங்களில் செய்முறைப் பணி செய்ய அனுமதிக்க வேண்டும். இது பாடத் திட்டத்தோடு மட்டும் இல்லாமல், அதற்குத் துணையாக சில பரிசோதனைகளைச் செய்தல் போன்றவைகளையும் கொண்டிருக்கலாம்.

11. பெரிய வகுப்பாக இருந்தால் 20 மாணுக்கர்கள் கொண்ட குழுக்களாகப் பிரித்துக் கொள்ளலாம். இதனுல் ஆசிரியர் எல்லா மாணவர்களையும் தனித்தனியாகச் சென்று மேற்பார்வையிட்டு உதவ முடியும்.

12. ஆய்வகத்தில் பரிசோதனைத் தொடங்குவதற்கு முன்னர் என்ன செய்யவேண்டும் என விரிவுரை நிகழ்த்துவது நேரத்தை வீண் அடிப்பதாகும். ஏனெனில் சில மாணுக்கர்கள் என்னக் கூறப்படுகிறது எனக் கவனியாது பரிசோதனையைத் தொடங்குவதிலேயே நினைப்பாக இருப்பார்கள். எனவே ஆய்வக செய்முறை நூலோ, அல்லது செய்முறைக் குறிப்பு அட்டைகளைப் பயன்படுத்தினுல் காலத்தையும், சக்தியையும் மிச்சப்படுத்தலாம்.

13. செய்முறைப் பணி, பதிவு செய்தல், படம் வரைதல் அனைத்தும் ஆய்வகத்திலேயே முடிக்கவேண்டும். வேலையை நன்முறையில் சரிபார்த்து, மாணுக்கர்கள் ஆய்வகத்திலிருந்து வெளியேறும் முன்னர் ஆசிரியர் கையொப்பம் இடல் வேண்டும்.

14. பதிவேடுகள், மாதிரிப் பொருள்கள், தயாரித்தப் பொருள்கள் போன்றவைகளைப் பாதுகாப்பாக வைத்து, கற்பித்தலுக்கு உதவும் துணைப் பொருள்களாக சேகரித்து வைக்கலாம்.

15. துணைக் கருவிகளையும், மற்ற சாமான்களையும், பொருள்களையும், கருவிகளையும் எவ்வாறு கவனமாக பாதுகாப்பது என்பதனை மாணுக்கர்களுக்குக் கற்பிக்கவேண்டும். அவைகளைக் குறிப்பிட்ட காலங்களில் முறையாகச் சரிபார்க்கவும், தணிக்கைச் செய்வதற்கும் ஏற்பாடு செய்யவேண்டும். துணைக் கருவிகளைப் பழுது பார்ப்பதற்கும், எல்லா துணைக் கருவிகளையும் நன்முறையில் வைப்பதற்கும் வசதிகள் இருக்கவேண்டும்.

16. ஆய்வகப் பரிசோதனைக்கும் வெளியில் உற்று நோக்கி அறிவதற்கும் உள்ள தொடர்புகளை முழுவதும் விளக்கவேண்டும்.

17. செய்முறைப் பணியின்போது ஓரளவு மாணுக்கர்கள் பேசுவதற்கும், இடத்தை விட்டு சென்று வரவும் தேவைப்படும். இவைகள் அனுமதிக்கப்படல் வேண்டும். ஆனுல் ஒழுங்கு கெடுவதாக அமையவிடக் கூடாது. சிறந்த பணிக்கு சில அவசியமான

ஒழுக்க முறைகள் தேவையாகும். சில வகைச் செய்முறை வேலைகளில் அபாயங்களும் அடங்கியுள்ளன என்பதை நினைவில் கொள்ள வேண்டும்.

18. பொதுவாக ஏற்படக் கூடிய அபாயங்களை ஒவ்வொரு ஆசிரியரும் அறிந்திருக்க வேண்டும். வேதியல் பொருள்களைக் கையாளுதல், சேமித்து வைத்தல், உபகரணங்களைச் சரியானபடி இணைத்தல் போன்றவைகளில் அபாயம் ஏற்படாதவாறு அதற்கான தக்க முன்னேற்பாடுகளைச் செய்யவேண்டும். ஆசிரியருக்கு முதலுதவிப் பற்றிய ஞானம் மிகவும் அவசியமாகும். ஒவ்வொரு ஆய்வகத்திலும், உடனடி அவசர கால உதவிக்கென, முதலுதவிப் பெட்டியானது அவசியம் இருக்கவேண்டும்.

களப்பணி

(Field Work)

வகுப்பறையிலும், ஆய்வகத்திலும் பெறப்படும் உயிரியல் பாட அறிவினை, பள்ளிக்கு வெளியே உள்ள சூழ்நிலையில் காணப்படும் உண்மையான உயிரியல் பிரச்சனைகளில் பயன் படுத்த வேண்டும். இதற்கு களப்பணியானது பெரிதும் உதவுகிறது. இவ்வாறு வெளியில் களப்பணி புரிவதானது அங்குள்ள நிலைகளையும், வாய்ப்புகளையும் பெற்றுள்ளது. எனினும், குறிப்பிட்ட பாடத் திட்டத்தில் உள்ள வரையறுக்கப்பட்ட குறைவான பாடத்தை விட, அதிக அளவு அனுபவத்தை ஏற்படுத்துவதாக இருப்பது சிறந்ததாகும். பள்ளிக்கு வெளியே எளிதாக ஏற்பாடு செய்யும் சில திட்டங்களாவன :

(அ) பிராணிகள் அல்லது தாவரங்கள் இயற்கையான சூழ்நிலையில் வாழும் மூன்று அல்லது நான்கு இடங்களைத் தேர்ந்தெடுத்து, எல்லா மாணாக்கர்களும் வெவ்வேறு காலங்களில் அங்கு சென்று பருவகால மாறுபாடுகளையும், உயிரினங்களையும் கவனிக்கச் செய்யலாம். இவ்வாறு தேர்ந்தெடுக்கப்படும் இடமானது பள்ளித் தோட்டமாகவோ அல்லது அதன் அருகில் இருத்தல் மிகவும் சிறந்ததாகும்.

(ஆ) குறிப்பிட்ட ஓரிரு இடங்களைத் தேர்ந்தெடுத்து, சூழ்நிலையியலில் ஆர்வமுள்ள சில மாணாக்கர்களை, ஆண்டு முழுவதும் அங்குள்ள, தாவரங்களையும், பிராணிகளையும் உற்று நோக்கி ஆராய்ந்து பதிவுச் செய்யச்சொல்லலாம் அல்லது ஒரு

குறிப்பிட்ட இன பிராணி அல்லது தாவரத்தை அதன் சூழ்நிலையை ஒட்டியும் ஆராயச் செய்யலாம். இவ்வாறு தயாரிக்கும் அறிக்கையை ஆண்டு தோறும் சேகரித்து வந்தால், குறிப்பிட்ட காலத் திற்குப் பிறகு, அப்பொருள் குறித்து விரிவான தகவல்களைச் சேகரிக்க முடியும். இது மாணுக்கர்களிடையே அறிவியலின் முக்கியத்துவத்தையும், கவர்ச்சியையும், ஆவலையும் உண்டாக்கும். இது போன்ற களப்பணிகளை மிகப் பெரிய பள்ளிகளில்தான் செய்ய முடியும் என்பதல்ல. சிறிய பள்ளிகளிலும் மேற்கொள்ளலாம். இது முறையான கற்றலுக்கும், ஏனைய கற்றல் வகைகளுக்கும் (Formal and non-formal learnings) உதவுவதோடு அறிவியல் அறிவு வளர்ச்சிக்கு, இவ்விதமான பணியானது பெரிதும் உதவு கிறது. இவ்வாறு செய்யும்போது மாணுக்கர்களுக்கும், உண்மை யான, உயிரியல் பாட சூழ்நிலையியல் பிரச்சனைகளுக்கும் தொடர்பும், மாணுக்கர்களுக்கும், உயிரியல் அறிஞர்களுக்கும் இடையே தொடர்பும் ஏற்படுகிறது.

(இ) களப்பணியினை பிறிதொரு முறையிலும் கையாளலாம். குறிப்பிட்ட உயிரியல் செயல் திட்டங்களை (projects) மாணுக்கர் களுக்குத் தனித்தனியாகவோ, அல்லது இருவர் அல்லது மூவர் அடங்கிய சிறு குழுக்களுக்கு கொடுத்து, அதனை அவர்கள் தங்கள் ஓய்வு நேரம், மற்றும் விடுமுறை நாட்களில் ஆராயச் செய்யலாம். இதனைப் பள்ளி அறிவியல் கழக, அல்லது உயிரியல் மன்றத்தின் சார்பில் மேற்கொள்ளலாம். பள்ளி அருகில் உள்ள நன்னீர் குளம், குட்டைகளில் காணப்படும் பிராணிகள், தாவரங் கள், மற்றும் பள்ளி அமைந்திருக்கும் சூழ்நிலைக்கு ஏற்ற, சிறு செயல் திட்டங்களை, மாணுக்கர்களின் வயது, அனுபவத்திற்கு ஏற்றவாறு கொடுத்து அறிவியலில் கவர்ச்சியையும், விருப்பத்தை யும் ஏற்படுத்தி, அறிவியல் அறிவைப் பெருக்கலாம். கடற்கரை யோரப் பகுதியாக இருந்தால் மணல்பாங்கான கடற்கரை, பவழ பாறைக் கடற்கரை, கழிமுக கடற்கரை போன்ற இடங்களில் காணப் படும் பல்வகையான பிராணிகளைப்பற்றி தகவல்களைச் சேகரித்து அதன் சூழ்நிலைக்கு ஏற்றவாறு, எவ்வாறு அவைகளின் வாழ்க்கை முறை, உடலமைப்புகள் அமைந்துள்ளன என அறியச் செய்யலாம். குன்று பகுதிகள், சிறு காடு பகுதிகள், உள்நாட்டுப் பகுதி கள், சமவெளிப் பகுதிகள் போன்ற இடங்களைக் குறிப்பிட்டு அங்கு அதிகமாக காணப்படும் தாவர இனங்கள், பிராணி கள் மற்றும் குறிப்பிட்ட பறவைகளையும், அவைகள் ஒன்றை யொன்று சார்ந்தும், இணைந்தும் வாழ்தலைக் காணச் செய்யலாம். உயர் வகுப்பு, உயிரியல் சிறப்பு பாட மாணுக்கர்களைச் சூழ்நிலை யியல் சம்பந்தமாக குறிப்பிட்ட இடத்தின் அமைப்பு, பௌதிக

சூழ்நிலை, பருவ நிலை, இவற்றிற்கேற்ப அங்குக் காணப்படும், பிராணிகள், தாவரங்களைப் பற்றி சுருக்கமாக ஆராயும் திட்டங்களைக் கொடுத்து அவர்களது அறிவியல் ஆர்வத்தைத் தூண்டலாம். பிராணிகளைப் பற்றி ஆராய்வதைவிட சிறிய மாணுக்கர்களுக்கு நிலையாக உள்ள தாவரங்களைப் பற்றி அடிக்கடிப் பார்த்து ஆராய்வது மிகவும் எளிதாகும். இவ்வாறு ஒவ்வொரு உள்ளூர் பகுதியிலும் உள்ள தாவரங்களையும் பிராணிகளைப் பற்றியும் ஆராய்வது மாணுக்கர்களுக்கும் விருப்பம் உள்ளதாகவும், அறிவியல் வளர்ச்சிக்கும் பெரிதும் உதவுவதாக இருக்கும். உதாரணமாக,

1. உள்ளூரில் காணப்படும் பட்டாம் பூச்சி, பறவைகள், மற்ற பூச்சினங்களை ஆராய்ந்து பதிவு செய்தல்.

2. குளம், குட்டை, ஏரிகளில் அதிகமாகக் காணப்படும் நுண்ணிய பிராணிகள்.

3. குறிப்பிட்ட சூழ்நிலைக்கு ஏற்றவாறு, பல இடங்களில் வெவ்வேறு வகையான நிறங்களை மாற்றி அமைத்துக் கொண்டு வாழும் பிராணிகள்.

4. தொடர்புடைய உயிரினங்கள், பல்வேறு வாழும் சூழ்நிலைக்கு ஏற்ப அமைத்துக்கொள்ளும் வாழ்க்கை முறைகள். நிலையான நீரிலும், ஓடும் நீரிலும் காணப்படும் நீர்ப் பூச்சிகள் (aquatic insects).

5. ஏரி, குளம் போன்ற நீர் நிலைகளின் நீர் ஓரங்களில் காணப்படும் பலவகையான நுண்ணிய பிராணிக் கூட்டங்கள்.

6. பகல், இரவு வேளைகளிலும், கோடை, மாரிக் காலங்களிலும் காணப்படும் பிராணிக் கூட்டங்கள்.

இவ்வாறு களப் பணியாக குறிப்பிட்ட பிராணி அல்லது தாவரம் பற்றியோ அல்லது குறிப்பிட்ட இடச் சூழ்நிலையில் காணப்படும் தாவரங்களையும், பிராணிகளையும் செயல் திட்டங்களாக எடுத்து ஆராயும் போது, பிராணிகளும் தாவரங்களும், தனித்தனியாகக் காணப்படினும் அவை ஒன்றையொன்று மிகவும் நெருங்கியும் சார்ந்தும் வாழ்கின்றன என்பதை மறக்கக் கூடாது. எடுத்துக் காட்டாக உணவுக்காக ஒன்றை நம்பி ஒன்று, தொடர்ந்து சங்கிலித் தொடர்போல் (Food chains) வாழ்வதும், குறிப்பிட்ட தாவரங்கள் உணவாகக் கிடைக்கும் பகுதியில் மட்டுமே சில பிராணிகள் வசிப்பதையும் நாம் அறியலாம்.

ஆய்வக பாதுகாப்பு முன்னெச்சரிக்கைகளும் முதலுதவியும்

உயிரியல் ஆய்வகமானது உயிரியல் ஆசிரியரின் பொறுப்பில் இருக்கவேண்டும் என்பதைப் பற்றி அறிந்தோம். நன்கு அமைக்கப்பட்டு, திறமையான முறையில் கண்காணிக்கப்பட்டு வரும் ஆய்வகத்தில், விபத்துக்கள் மிகவும் குறைந்தே ஏற்படலாம். ஆயினும் ஆய்வகத்தில் சில வேளைகளில் சிறு விபத்துக்கள் ஏற்படக் கூடும். ஆனால் சிறந்த உயிரியல் ஆசிரியர் இயன்றவரை முன் கூட்டியே சிந்தித்து, அதற்கான வாய்ப்பைக் குறைக்க முன்னெச்சரிக்கையாக நடந்துக்கொள்ள வேண்டும். இதனால் ஆசிரியர் மாணுக்கர் கவனக்குறைவால் ஏற்படும் சில சிறு விபத்துக்களைத் தவிர்க்கலாம். விபத்துக்கள் ஏற்படுவதற்கான வாய்ப்பைக் குறைத்தல் ஆசிரியரின் பொறுப்பாகும். அவ்வாறு ஏதேனும் ஏற்பட்டு விட்டாலும் அதனை திறமையான முறையில் சமாளிக்கவும் தயாராக இருக்கவேண்டும். எதிர்பாராத வேளைகளில் ஏற்படும் சில விபத்துக்களின் போது, உடனடியாக கையாள வேண்டிய சில முதலுதவி முறைகளையும் உயிரியல் ஆசிரியர் அறிந்திருத்தல் வேண்டும். ஏதேனும் விபத்து ஏற்பட்டு விட்டால் அது ஏற்படாமல் தடுக்க முன்னெச்சரிக்கையான ஏற்பாடுகளை ஆசிரியர் எடுத்தாரா ? என்பதுதான் முதன் முதலில் எல்லோராலும் கேட்கப்படும் வினவாகும். ஆய்வக கண்காணிப்பில் ஆசிரியர் மேற்கொள்ள வேண்டிய, சில முக்கிய பாதுகாப்பு முன்னெச்சரிக்கைகள் முதலுதவிப் போன்றவைகளை இங்கு கவனிக்கலாம்.

ஆய்வக பாதுகாப்பு நடவடிக்கைகள்

முன்னெச்சரிக்கைகள் (Precautions)

ஒவ்வொரு ஆய்வகத்திலும் எளிதில் எடுக்கக் கூடிய இடத்தில் கீழ்க்கண்ட பொருள்கள் வைக்கப்பட்டிருத்தல் அவசியமாகும். அவைகளை கல்வி ஆண்டின் ஒவ்வொரு பருவத் தொடக்கத்திலும் சரிபார்க்க வேண்டும். அவைகளாவன :

1. (அ) ஆடைகள் தீப்பற்றிக் கொண்டால் அணைப்பதற்கு உதவும் வகையில் ஒரு கம்பளி அல்லது சமக்காளம்.

(ஆ) ஒரு வாளி நிறைய மணல்.

(இ) ஒரு தீ அணைப்பான்.

(ஈ) ஒரு முதலுதவிப் பெட்டி-முதலுதவிகளைச் செய்யும் முறைகளைப் பற்றிய குறிப்பு ஏடு. உயிரியல் ஆசிரியர்கள் முதலுதவி செய்யும் முறைகளை நன்கு தெரிந்திருத்தல் மிகவும் அவசியம்.

(உ) எளிதில் தீப் பற்றிக் கொள்ளும் பொருள்களைக் கொண்ட பரிசோதனையின்போது மேஜையின் மீது வைப்பதற்கான ஒரு 'அஸ்பெஸ்டாஸ்' அட்டை.

(2) மாணுக்கர்கள் உள்ளிருக்கும்போது ஆய்வகக் கதவுகள், எக்காரணம் கொண்டும் பூட்டி இருத்தல் கூடாது. சோதனைச் சாலையில் வேலைஇல்லாதபோது அடைத்து வைத்திருத்தல் வேண்டும்.

3. ஆசிரியரின் அனுமதி அல்லது மேற்பார்வை இன்றி, ஆய்வகத்தில் மாணுக்கர்கள் நுழைவதும், இருத்தலும் கூடாது.

கீழ்க்கண்ட பொருள்கள் குறித்து தகுந்த முன்னெச்சரிக்கை ஏற்பாடுகள் செய்யவேண்டும்.

(அ) அடர் அமிலங்கள், எரி காரங்கள், எளிதில் தீப்பற்றிக் கொள்ளும் பொருள்களை, மாணுக்கர்கள் எளிதில் செல்லமுடியாத படி, தனியாக, சேமிப்பு அறை அல்லது தயாரிப்பு அறையில் வைக்கவேண்டும்.

(ஆ) நஞ்சுப் பொருள்கள் அனைத்தையும் தனி அலமாரியில் வைத்துப் பூட்டி, அதன் சாவியை ஆசிரியர் பாதுகாப்பாக வைத்திருக்க வேண்டும்.

ஆசிரியரின் பொறுப்பு

ஆய்வகத்தில் விபத்துக்கள் நேரிடாமல் பார்த்துக் கொள்வது ஒவ்வொரு அறிவியல் ஆசிரியரின் தலையாயப் பொறுப்பாகும். சரியான கவனிப்பும், திறமையான மேற்பார்வையும் இருக்குமானல் தற்செயலாக ஏற்படும் விபத்துக்களை வெகுவாகக் குறைக்கலாம். விபத்துக்கள் ஏற்படுவதை முழுவதும் நீக்கிவிட முடியாதெனும், இயன்றவரைக் குறைக்க முடியும். மாணுக்கர்களின் உடல், உள்ள நலனைத் காத்தல் ஒவ்வொரு அறிவியல் ஆசிரியரின் முக்கிய பொறுப்பும் கடமையுமாகும்.

சிறந்த ஆய்வக கண்காப்பிற்கு அறிவியல் ஆசிரியருக்கான சில விதிமுறைகள்

1. ஆசிரியர் இல்லாத வேளைகளில் மாணுக்கர்களை ஆய்வகத்தில் நுழைய விடுவதோ, அல்லது பரிசோதனைகளைச் செய்யவோ அனுமதிக்கக் கூடாது.

2. தன் வகுப்பு மாணாக்கர்கள் அனைவரும் தனது கட்டுப் பாட்டில் நன்முறையில் அடங்கியுள்ளனரா? என்பதை ஆசிரியர் உறுதிச் செய்துகொள்ள வேண்டும். வகுப்பறையைவிட ஆய் வகத்தில் கட்டுப்பாடும், ஒழுங்கும் மிகவும் முக்கியமானதாகும்.

3. மாணாக்கர்களுக்கான விதிமுறைகளை, ஆய்வகத்தின் உள்ளேயும், வெளியேயும் மாணாக்கர்களின் பார்வைக்கு வைக்க வேண்டும். ஆசிரியர் இவ்விதி முறைகளை நன்கு புரிந்துக் கொள் வேதாடு, அதற்கான காரணத்தையும் மாணாக்கர்கள் உணரும் படிச் செய்யவேண்டும்.

4. ஆய்வகம் எப்போதும் தூய்மையாகவும், ஒழுங்காகவும் இருக்குமாறு ஆசிரியர் பார்த்துக் கொள்ளவேண்டும். ஒவ்வொரு பொருளும் அதற்குரிய இடத்தில் இருக்கவேண்டும். ஒவ்வொரு இடமும் அதற்குரியப் பொருளைப் பெற்றிருக்க வேண்டும். பொரு ளின் மீது தெளிவான முறையில் நன்ருகப் பெயரை எழுதி ஒட்ட வேண்டும்.

5. ஆய்வகத்தினுள் மாணாக்கர்கள் வரும் முன்னரே, பொருள் களும், துணைக் கருவிகளும் முன்கூட்டியேத் தயராக இருக்க வேண்டும்.

6. மாணாக்கர்களுக்கு இதற்கு முன் பழக்கமில்லாத துணைக் கருவிகள், வேதியற் பொருள்களை எவ்வாறு கையாள வேண்டும் என்பது பற்றி எடுத்துக் கூறி அவற்றைக் கையாளும்போது ஏற் படக் கூடிய விபத்துக்களையும் அவர்கள் உணருமாறு எடுத்துக் காட்டி எச்சரிக்கைச் செய்யவேண்டும். நல்ல முறைகள் பழக்க மாகும்வரைத் தொடர்ந்து வற்புறுத்த வேண்டும்.

7. அபாயகரமான வேதியல் பொருள்களும், எளிதில் தீப் பற்றிக் கொள்ளும் திரவங்களும் பயன்படும் பரிசோதனைகளைத் தொடங்குவதற்கு முன்னரே, பாதுகாப்பை வற்புறுத்தி தகுந்த முன்னெச்சரிக்கைகள் கொடுப்பது அவசியமாகும்.

8. மின்சாரம், எரிவாயு போன்றவைகளை எவ்வாறு பயன் படுத்துவது என்பது பற்றி தெளிவாக எச்சரித்து வற்புறுத்த வேண்டும்.

9. தீ விபத்து ஏற்பட்டுவிட்டால் அதனை அணைப்பதற்கு வேண்டிய பொருள்களை எளிதாக எடுத்துப் பயன்படுத்துமாறு குறிப்பிட்ட இடங்களில் வைத்தல் வேண்டும். இவற்றைச் சரியாக

வும், விரைவாகவும், கையாளும் முறைகளை ஆசிரியரும் மாணாக்கர்களும் அறிந்திருத்தல் மிகவும் இன்றியமையாதது.

10. ஒவ்வொரு ஆய்வகத்திலும் முதலுதவிப் பெட்டியானது கண்டிப்பாக இருக்கவேண்டும். அதை நல்ல முறையில் அமைப்பதுடன் அதில் உள்ள பொருள்களைப் பயன்படுத்தும் முறைகளையும் ஆசிரியர் நன்கு அறிந்திருக்க வேண்டும்.

மாணாக்கர்களுக்கான விதிகள்

ஆய்வக பாதுகாப்பு, முன்னெச்சரிக்கை முறைகளை, மாணாக்கர்கள் நடைமுறையில் கடைபிடிக்கின்றனரா? என கவனத்தில் உயிரியல் ஆசிரியரின் பொறுப்பாகும். ஆசிரியர் முன் மாதிரியாக நடந்துக் கொண்டு, இதனை பயனுள்ள முறையில் செய்யலாம். எனினும் ஆய்வக விதிமுறைகளைத் தெளிவான முறையில், பெரிய எழுத்துக்களில் மாணாக்கர்களின் பார்வையில் படும் வண்ணம் ஆய்வகத்தின் உள்ளேயும், வெளியேயும் அமைத்தல் வேண்டும். கீழ்க்கண்டவை மாணாக்கர்களுக்கான விதிமுறைகளாகும்.

1. ஆய்வகத்தில் உள்ள பொருள்கள் எதையும், வெளியே எடுத்துச்செல்லக் கூடாது. (உபகரணங்களும் பொருள்களும் பள்ளிச் சொத்தாகும்).

2. ஆய்வகத்துரிய துணைக் கருவிகளையும், மற்றப் பொருள்களையும் ஆய்வகத்தில் மட்டுமே பயன்படுத்த வேண்டும்.

3. எந்தப் பொருளாவது வாயில் பட்டுவிட்டால் உடனே துப்பி வாயை நன்முக நீரால் கழுவுதல் வேண்டும்.

4. ஆசிரியரின் தெளிவான குறிப்பின்றியும், உத்தரவு இன்றியும் எந்த பொருளையும் வாயிலிட்டுச் சுவைத்துப் பார்த்தல் கூடாது. நுகர்ந்து மணம் அறியும்போது மிகவும் கவனமாக இருக்கவேண்டும்.

5. அமிலம் அல்லது காரம் உடையிலோ அன்றி உடம்பிலோ பட்டால் அதனை உடனே அதிக அளவு நீரைக் கொண்டு கழுவ வேண்டும்.

6. திடப் பொருள்களையும், பிராணிகளின் உடற்பாகங்களையும் கழுவுத் தொட்டியில் போடக் கூடாது.

7. பரிசோதனையின் முடிவில் பயன்படுத்திய துணைக் கருவிகளை நன்கு சுத்தம் செய்து, துடைத்து உரிய இடத்தில் வைக்க வேண்டும்.

8. நீர், எரிவாயு, மின்சாரம் ஆகியவற்றை எக்காரணம் கொண்டும் வீணாக்குதல் கூடாது. தேவை முடிந்தவுடன் அவைகளை நிறுத்திவிடல் வேண்டும். (இவை சிக்கனத்தோடு விபத்திகான வாய்ப்பையும் குறைக்கிறது).

9. சந்தேகங்கள் எழும்போது உடனடியாக ஆசிரியரின் உதவியையும் அறிவுரையையும் நாடவேண்டும்.

10. எந்தவிதமான காயமோ, தீப்புண்ணோ அல்லது சிறு விபத்து ஏற்பட்டாலும் அதனை உடனே ஆசிரியர் கவனத்திற்குக் கொண்டு வருதல் வேண்டும்.

11. துணைக் கருவிகளில் ஏதேனும் குறைகள் காணப்பட்டாலும், உடைசல்கள் இருந்தாலும் உடனடியாக, ஆசிரியரிடம் காண்பித்து தொல்லைகள் உண்டாகாமல் தடுக்கவேண்டும்.

12. பொருள்களின் மேல் எழுதப்பட்டுள்ள பெயர்கள் தெளிவாக இல்லா விட்டாலும், சரியாக ஒட்டியிரா விட்டாலும் உடனடியாக ஆசிரியருக்கு அறிவிக்க வேண்டும்.

13. பொருளும் அதன் பெயரைக் குறிப்பிடும் பெயரொட்டியும் ஒன்றுதானா என்பதை அறிந்து பரிசோதனையைத் தொடங்க வேண்டும்.

14. சீசாக்களின் மூடியைப் பிடித்தோ, கழுத்தைப் பிடித்தோ தூக்கக் கூடாது.

15. சீசாக்களின் மூடியை சரியான முறையில் திறந்து சரியான முறையில் மூடவேண்டும். ஒரு சீசாவின் மூடியை வேறொன்றிற்கு மாற்றி மூடக் கூடாது.

16. பரிசோதனை செய்யும்போது இயன்ற அளவு மிக குறைந்த அளவில் வேதியல் பொருளையோ, அல்லது பிற பொருளையோ பயன்படுத்துதல் வேண்டும்.

இவற்றைத் தவிர உயிரியல் ஆய்வகம் போன்ற சிறப்பு ஆய்வகத்திற்கு ஏற்ற சில சிறப்பு விதிமுறைகளையும் ஆசிரியர் ஏற்படுத்தலாம். விஷமுள்ள பூச்சி, பிராணிகளை கையாளும் விதம் பற்றிய சில குறிப்புகளையும் ஆசிரியர் ஏற்படுத்தலாம்.

எதிர்பாராத விபத்துக்கள்
(Emergencies)

வந்தபின் குணப்படுத்தலைக் காட்டிலும், வருமுன் காத்தலே ஆசிரியரின் முக்கிய குறிக்கோளாக இருக்கவேண்டும். சிறந்த கற்பித்தலும், முன்னெச்சரிக்கையான விதிமுறைகள் இருப்பினும் சில வேளைகளில் எதிர்பாராத விபத்துக்கள் ஏற்பட்டு விடலாம். அந்த சூழ்நிலையில் ஆசிரியர் அதனை திறமையான முறையில் சமாளிக்க தயாராக இருக்கவேண்டும். அதற்கான தக்க நடவடிக்கைகளுக்குச் சில குறிப்புகள்:

1. திரவங்கள், அது அபாய மற்றதாக இருந்தாலும் கீழே சிந்தினால் அவற்றை உடனடியாக நன்கு கழுவி உலர்த்திவிட வேண்டும்.

2. தீப் பற்றிக்கொள்ளும் திரவங்கள் சிந்தினால், அவைகளை சுத்தம் செய்யும் வரை எரியும் எல்லா தீயையும் உடனே அணைத்து விடவேண்டும்.

3. அமிலங்களை சோடியம்-பை-கார்பனேட்டு அல்லது கால்சியம் கார்பனேட்டு தூளைத்தூவி அதனைச் சுத்தம் செய்யவேண்டும். உடைகளில் அமிலங்கள் பட்டால் நீர்த்த அமோனியா கரைசலை (அமோனியம் ஹைடிராக்ஸைடு) விட்டு நீரை அதிகமாக விட்டு கழுவ வேண்டும். எரிகாரங்களை நீர்த்த அசிட்டிக் அமிலத்தைக் கொண்டு மறுவினையால் பயனற்றதாகச் செய்யவேண்டும் (neutralize).

தீ

ஆசிரியர் எவ்வளவு திறமைசாலியாக இருந்தாலும், எளிய முன்னெச்சரிக்கைகளை அலட்சியப் படுத்தினால் அது அறியாமையைக் குறிக்கும். தீ அணைப்பானை அடிக்கடி சோதனை செய்ய வேண்டும். வாளிகளில் மணலை நிரப்பி வைத்தல் மாணுக்கர்களால் முடியக் கூடியதே யாகும். ஆய்வகத்திற்கு இரு வாயில்கள் இருக்கவேண்டும். ஆய்வக மேஜைகளில் தேவையில்லாத கழிவுப் பொருள்களையும், குப்பைகளையும், குறிப்பாக எளிதில் தீப்பற்றிக் கொள்ளும் பொருள்கள் இல்லாமல் பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும் தீயோடு கூடிய பரிசோதனைகளைக் கவனமாகச் செய்யவேண்டும் கழிவுத் தொட்டியிலோ, குப்பைப் பெட்டியிலோ சூடான அல்லது எரியும், எளிதில் தீப் பற்றிக்கொள்ளும் பொருள்களைப் போடக் கூடாது. ஆய்வகத்தில் வேலை இல்லாதபோது முக்கிய இணைப்பு

(மின்சாரம், வாயு)களை மூடிவிட வேண்டும். இவைகளை ஆசிரியர் எப்போதும் மனதில் கொள்ளவேண்டும். வெடிக்கக் கூடிய அல்லது எளிதில் தீப் பற்றிக் கொள்ளும் பொருள்களில் தனிக் கவனம் செலுத்தவேண்டும். மிகவும் சூடானப் பொருள்களை மேஜை பலகையின் மீது வைக்காமல், ஆஸ்பெஸ்டாஸ் அட்டை மீது வைக்கவேண்டும். சோதனை முடிந்த பிறகு எஞ்சியுள்ள சோடியம், பாஸ்பரஸ் மற்றும் தீ அணைக்காத கரித்துண்டுகளை, மரத்தாலான குப்பைத் தொட்டியில் போடுவதினால் தீ விபத்து ஏற்படுகிறது. எனவே மரத்தொட்டிகளுக்கு பதிலாக உலோகத் தொட்டிகளைப் பயன்படுத்தலாம். மாணுக்கர்களுக்கு தீ உண்டாகும் விதம் பரவும் விதம், தடுக்கும் முறைகளை அறிவியலின் ஏனையப் பாடத் தலைப்பாகிய எரிதல், சுவாலைகள், சுவாசித்தல், துருபிடித்தல், ஆக்ஸிஜன் போன்றவைகளைக் கற்பிக்கும்போது விளக்கலாம். தீ பிடித்துக்கொண்டால் கீழ்க்கண்ட முறைகளில் விரைவான நடவடிக்கைகள் எடுக்கவேண்டும்.

1. ஆடையில் தீ பற்றியவனைப் பெரிய கடினமான சமுக்காளத்தால் போர்த்தி தரையில் உருளச் செய்யவேண்டும்.

2. சாதாரண தீ யானது காகிதம், மரத்துண்டுகளைப் பற்றிக் கொண்டால் நிறைய நீரைவிட்டு நன்ருக அணைக்க வேண்டும்.

3. குவளையிலோ அல்லது குடுவையிலோ உள்ள பொருள் தீப் பற்றிக்கொண்டால் அதன் வாயை ஒரு அஸ்பெஸ்டாஸ் தகட்டால் மூடி அணைத்து விடலாம்.

4. எண்ணெய், பாஸ்பரம் அல்லது சோடியத்தால் உண்டான சிறிய தீயை உடனே உலர்ந்த மணல் அல்லது மண்ணைக் கொட்டி அணைத்துவிடலாம்.

5. ஆய்வகத்திற்குப் பயன்படும் எரிவாயுவினுல் தீ உண்டானுல் வாயு வரும் குழாயை திருகி மூடிவிட வேண்டும்.

6. மின்சாரத்தால் தீ விபத்து உண்டானுல் முக்கிய மின்சார இணைப்பை உடனே திருகி நிறுத்த வேண்டும். இந்த இணைப்புகள் உள்ள இடத்தை எல்லா மாணுக்கர்களும் அறிந்திருக்க வேண்டும்.

7. சிறு தீ விபத்து உண்டானுலும் மாணுக்கர்களை உடனே வெளியே அனுப்பி விடுதல் வேண்டும்.

8. பெரும் தீ பரவுவதாக இருந்தால் வாயில் கதவு, சன்னல் கதவுகளை மூடி, காற்று உள்ளே வருதலைத் தடுக்க வேண்டும்.

9. மேலே கண்டவைகளைச் செய்ய இயலாதபோது தீ அணைப் பானை பயன்படுத்தி தீயை அணைக்கவேண்டும்.

வெட்டு காயங்கள் (Cuts)

கண்ணாடி சாமான்களைக் கையாளும் போதும், கண்ணாடி முனைகளை மழுக்கும்போதும் கவனமாக அவற்றைப் பயன்படுத்துமாறு எச்சரிக்க வேண்டும். துளையிட்ட இரப்பர் அல்லது கார்க் மூடிகளில் கண்ணாடி குழல்களைச் சொருகும்போது கவனமாக செய்யுமாறு கூறவேண்டும். கண்ணாடி உடைந்து வெட்டு காயம் ஏற்பட வாய்ப்புகள் உண்டாகலாம்.

நச்சுப் பொருள்கள் (Poisons)

நச்சுப் பொருள்கள் என குறிப்பிடப் பட்டவை அனைத்தும் தனி அலமாரி அல்லது அறைகளில் வைத்து பூட்டி வைக்கவேண்டும்.

முதலுதவி
(First Aid)

முதலுதவி என்பது விபத்துக்கள் போன்ற ஆபத்தான சமயங்களில் உடனடியாகச் செய்யப்படும் முதல்பணியாகும். இது போதுமான வசதிகளும், துணைப் பொருள்களும், கருவியும் இன்றி அந்த இடத்தில் உடனடியாகக் கிடைப்பதைக் கொண்டு செய்யப் படும் கடினமான காரியமாகும். தகுதிவாய்ந்த மருத்துவரோ அல்லது நல்ல மருத்துவ மனைக்கோ நோயாளியைக் கொண்டு செல்லும் வரை அவரது நிலையை மேலும் ஆபத்தாகாமல் காக்கும் முதற் பணியாகும்.

ஆசிரியர் பலவகையான முன்யோசனைகளையும் முயற்சியையும் மேற்கொண்டாலும், சில சமயங்களில் ஆய்வகத்தில் தற்செயலாக சில விபத்துக்கள் ஏற்படக் கூடும். உடனடியாக சரியான முறையில் கவனிக்க ஆசிரியருக்கு முதலுதவிப் பற்றிய ஞானம் இருப்பின் ஆபத்தை திறமையான முறையில் தவிர்க்கலாம். பள்ளிக்கென தனி மருத்துவர் இருந்தால் அவரை உடனடியாக அழைக்கப்படலாம். ஆனல் மருத்துவர் வருவதற்கு முன் உடனடியாக என்ன செய்யவேண்டும், என்ன செய்யக் கூடாது என்பதை ஆசிரியர் அறிந்திருக்க வேண்டும். மருத்துவப் பயிற்சிப் பெற்ற ஒருவர் உடனடியாக கிடைக்காவிடில் விபத்தின் தன்மையைப் பொறுத்து ஆசிரியர் செய்ய வேண்டியதை விரைவாகத் தீர்மானிக்க

வேண்டும். முதலுதவியைப் பற்றிய அறிவானது சாதாரண ஒருவருக்குத் தெரிவதைவிட உயிரியல் ஆசிரியர் அதிகமாக அறிந்திருக்கவேண்டும். எல்லா விதமான விபத்துக்களின் போதும் நாம் செய்யும் முதலுதவி விரைவாக இருக்கவேண்டும். தாமதிப்பதால் கடுமையான பின் விளைவுகள் ஏற்படலாம். முதலுதவிக்குத் தேவையானப் பொருள்கள் அனைத்தும் குறிப்பிட்ட இடத்தில் முதலுதவிப் பெட்டியில் வைத்திருக்க வேண்டும். ஆசிரியர் முதலுதவிப் புரியும்போது, நிதானமாகவும், பொறுப்பாக வும், பதட்ட மில்லாமலும் பணி புரிய வேண்டும். பணியில் உறுதி யும் கனிவானச் சொல்லும் நோயாளிக்கு ஊக்கத்தைக் கொடுக்கும்; துயரைக் குறைக்கும். முதலுதவி என்பது மருத்துவர் அளிக்கும் உதவிக்குப் பதிலாக அளிக்கப்படும் உதவி அன்று என்பதையும், அது மருத்துவர் உதவி அளிக்கப்படுவதற்கு முன் விபத்துக்களின் தீவிரத்தைக் குறைக்கவும், மேலும் மோசமாகாமல் பாதுகாத்துக் கொள்வதற்கும் அளிக்கப்படும் உதவியே என்பதை ஒவ்வொரு ஆசிரியரும் அறிதல் வேண்டும். எனவே உயிரியல் ஆசிரியர்கள் முதலுதவிப் பற்றிய சில செய்திகளை நன்கு அறிந்திருந்தல் இன்றிய மையாததாகும். எதிர்பாராது நேரிடும் விபத்துக்களை உடனடியாக சமாளிக்க வேண்டும். எந்த விபத்தையும் அதைப் பற்றிய தெளிவு ஏற்படும்வரை அபாயமானதாகவேக் கொள்ளவேண்டும். கண் களில் ஏற்படும் விபத்துக்கள் அனைத்தும் மிகவும் அபாயமானவை எனக் கொளல் வேண்டும். முதலுதவி அளித்த சிறிது நேரத்தில் பலன் காணுவிடில் உடனே மருத்துவர் உதவியை நாடுதல் வேண்டும்.

காயத்திற்கு முதலுதவி செய்வதற்கு முன் தூய்மையை முதலில் கவனித்தல் அவசியமாகும். காயத்தில் வைத்துக் கட்டப்படும் ஒவ்வொரு பொருளும், தூய்மையானதாகவும், கிருமிகள் அற்ற தாகவும், இருக்கவேண்டும். முதலுதவி அளிப்பவர்களும் தங்கள் கைகளை 'அன்டி செப்டிக்' மருந்தால் சுத்தம் செய்த பின்னர் உதவி அளிக்கத் தொடங்குதல் அவசியமாகும். சில சமயம் கடுமையான விபத்து நேரிடும்போதும், அதிர்ச்சியால் விபத்தின் விளைவு கடுமையாகலாம். அவ்வாறு நேரிடாதவாறு பாதுகாத்துக் கொள்ளல் வேண்டும். அதிர்ச்சியின் குறிகளாக தளர்ந்த நாடி துடிப்பு, வெளுத்த தோற்றம், உணர்சியற்ற சோர்வு நிலை போன்ற வைக் காணலாம். சில சமயம் கொட்டாவி விடுதல் நடுக்கம் போன்றவைகளும் காணப்படும். கடுமையான அதிர்ச்சி ஏற் பட்டவர்கள் சில சமயம் உயிரிழக்கவும் செய்யலாம்.

இனி ஆய்வகத்தில் தற்செயலாக ஏற்படக் கூடிய சில முக்கிய விபத்துக்களையும் அதற்கான முதலுதவிகளையும் காண்போம்.

ஆய்வகத்தில் ஏற்படக்கூடிய சில முக்கியமான விபத்துக்கள்

1. சுட்ட புண்களும் வெந்த புண்களும்.
2. கண்ணில் ஏற்படும் ஊறுகள்.
3. வெட்டு காயங்களும், கீறல்களும்.
4. சில வாயுக்களைச் சுவாசிப்பதால் ஏற்படும் விபத்துக்கள்.
5. அபாயகரமான நச்சுப் பொருள்கள் வாயில் படுவதால் ஏற்படக் கூடிய விபத்துக்கள்.
6. மின்சாரத்தால் ஏற்படும் அதிர்ச்சிகள்.
7. பூச்சிகள், கொட்டுதலுக்கான முதலுதவிகள்.

சுட்ட புண்களும் வெந்த புண்களும்

நெருப்பு, பழுக்க காய்ந்த இரும்பு, மின்சாரம் முதலியவற்றால் சுட்ட புண்கள் உண்டாகின்றன. கொதிக்கும் தண்ணீர், நீராவி கொதிக்கும் எண்ணெய், அடர் அமிலம், எரிகாரம் இவைகளால் உண்டாகும் புண்ணிற்கு வெந்த புண் என்று பெயர். இவ்வாறு ஏற்படும் புண்கள் பலநிலைப்படும். அவை : 1. மேல் தோல் மட்டும் சிவந்து போதல், 2. கொப்புளங்கள் உண்டாதல், 3. மேல் தோல் சேதமடைதல், 4. தோலுக்கடியில் உள்ள தசைகளும் தீய்ந்து கருத்துப் போதல் என்பன வாகும். இவ்வகை கொடிய சுட்ட புண்கள் வெகு ஆபத்திற்கு இடமானவை. ஏனெனில் சுட்ட புண் வழியாக நோய் கிருமிகள் தேகத்திற்குள் புகுந்து, இரத்தத்தை விஷமாக்கி, அதோடு அதிர்ச்சியும் சேரும் போது மரணத்தை விளைவிக்கும். எனவே வெளிபுறத்திலிருந்து கிருமிகள் தேகத்திற்குள்ளே நுழைய வெட்டாமல் தடுப்பதே முதல் உதவிப் புரிவோரின் முக்கிய நோக்கமாக இருக்கவேண்டும். முதன் முதலில் செய்யவேண்டியது யாதெனின் காற்று புண்ணிற்குள் புகாமல் தடுக்கவேண்டும். புண்ணின் மீது துணி மூடப் பட்டிருந்தால், அதை நீக்குவதற்குமுன், சிகிச்சைக்குத் தேவையான பொருள்கள் எல்லாம் கைவசம் இருப்பில் இருக்கின்றனவா? எனக் கவனித்துக் கொள்ளவேண்டும். துணியானது தோலோடு ஒட்டிக்கொண்டிருந்தால் அதை இழுக்கக் கூடாது. உடலில் உள்ள துணிகளை கத்தரியால் நறுக்கி எடுத்துவிட்டு ஒட்டிக் கொண்டு இருப்பனவற்றை எண்ணெய் அல்லது போரிக் கழுவு

நீர்மத்தில் (Boric lotion) நனைத்த ஊற வைத்து எடுக்கவேண்டும். கொப்புளங்களைக் குத்திவிடக் கூடாது. பாதிக்கப்பட்ட பகுதிகளை உடனடியாகக் காற்றுப் படாமல் பஞ்சித் துணியை போரிக் அமிலம் (Boric acid) அல்லது பிக்ரிக் அமிலம் (Picric acid) முதலிய அரிப்பு மூட்டாத விஷ மாற்றும் மருந்தில் நனைத்து புண்ணின் மேல் போட்டு மேலே பஞ்சு வைத்து இலேசாகக் கட்டவேண்டும். புண்ணின் மேல் பசை, ஆலிவ் எண்ணெய், அல்லது சோடியம்-பை-கார்பனேட் உப்பை சிறிதளவு நீரில் கலந்து அதனை புண்ணின் மேல் தடவி, தூய்மையான துணியால் மூடி புண்ணில் காற்று படாமல் தடுக்கலாம். அடர் அமிலம், எரிகாரம், சோடியம், பாஸ்பரம் போன்றவைகள் தோலில் பட்டால் உடனடியாகச் செய்யவேண்டுவது நிறைய நீரை விட்டு நன்ருக கழுவ வேண்டும். அடர் அமிலத்தால் ஏற்பட்ட புண்ணின் மீது சோடியம்-பை-கார்பனேட் கரைசலையும், எரிகாரங்களால் ஏற்பட்ட புண்ணின் மீது நீர் கலந்த எலுமிச்சை சாறு அல்லது ஒரு சதவீத அசிடிக் அமிலத்தை ஊற்ற வேண்டும். அதிர்ச்சியை சமாளிக்க சூடான பானம் சுத்தமான காற்று, வெதுவெதுப்பான சூழ்நிலையை ஏற்படுத்த வேண்டும்.

கண்ணில் ஏற்படும் ஊறுகள்

இதனை மிகவும் கருத்தாக கவனிக்க வேண்டும். மருத்துவர்களிடம் இதனைக் காண்பிப்பதே நலம். எனினும் சில வேளைகளில் சில முன்னேற்பாடுகளைச் செய்யலாம். கண்ணைக் கசக்காமல் பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும். மெல்லிய கைக்குட்டையின் நுனியால் சிறு மணல் போன்ற பொருள்கள் கண்ணில் வீழ்ந்தால் மெதுவாக எடுக்க முயற்சி செய்யலாம், அல்லது கிளிசரினில் நனைத்த ஒட்டக மயிரிலான தூரிகையைக் கொண்டு நீக்கலாம். மேல் கண் இமையில் பொருள் தங்கி இருந்தால், நீரில் கண்ணை வைத்து அடிக்கடி திறந்து மூடச் செய்யலாம். கண்ணாடி துண்டுகள் விழுந்திருந்தால், அதனை எடுக்க எவ்வகையான முயற்சியும் செய்யாது, அதிக அளவு பச்சை நீரில் நனைத்து, கண்ணின்மீது வைத்துக் கட்டி மருத்துவ நிலையத்திற்கு அழைத்துச் செல்லவேண்டும். அரிப்புப் பொருள்கள் கண்ணில் பட்டால் கண்ணை, அதிகமான நீரை விட்டு கழுவ வேண்டும். கண்ணில் அமிலங்கள் பட்டால் நீரில் கண்ணை வைத்து திறந்து மூட வேண்டும். கண்ணை ஒரு சதவீத சோடியம்-பை-கார்பனேட் கரைசலைக் கொண்டு கழுவவேண்டும். எரிகாரம் கண்ணில் பட்டால் கண்ணை நன்ருக கழுவி விட்டு ஒரு சதவீத போரிக் அமிலக் கரைசலைப் பயன்படுத்த வேண்டும்.

வெட்டுக் காயங்களும் கீறல்களும்

சிறிய காயமாகவும், சிராய்ப்புகளுமாக இருந்து அசுத்தமில்லாமல், தூய்மையாக இருந்தால் டிஞ்சர் அயோடினை பூசவேண்டும். காயத்தில் அசுத்தங்கள் இருந்தால் அவற்றைத் தூய்மையான குளிர்ந்த நீரால் கழுவி அழுக்கை நீக்குதல் வேண்டும். கண்ணாடித் துண்டுகள் காயத்தில் குத்திக்கொண்டு இருந்தால் அவற்றை மெதுவாக சாமணத்தால் அகற்றுதல் வேண்டும். காயத்திலிருந்து இரத்தம் தொடர்ந்து நிற்காவிடில், காயத்தை அண்டி செப்டிக் கலந்த திரவத்தால் கழுவி இறுக கட்டி இரத்தம் வருதலைத் தடுக்கலாம். தமனியிலிருந்து இரத்த ஒழுக்கு ஏற்பட்டால் மருத்துவரின் உதவியை நாடுதல் நலம். தந்துகிகள் சிதைவால் வெளிபுறத்தில் எங்காகிலும் இரத்தக் கசிவு ஏற்பட்டால் டிஞ்சர் அயோடினை வைத்தோ அல்லது சுத்தமான பஞ்சை காயத்தில் வைத்துக் கட்டியோ இரத்தத்தை நிறுத்திவிடலாம். இரத்த ஒழுக்கை நிறுத்த பொதுவாக காயம்பட்ட பாகத்தை உயர்த்திப் பிடிக்கவேண்டும். இரத்தம் ஒழுகிக் கொண்டிருக்கும் இடத்திற்கு நேர் மேலே விரல்களால் அமுக்க வேண்டும் அல்லது காயம்பட்ட இடத்தில் சுத்தமான உலர்ந்த துணித் துண்டையாவது வைத்து இறுக்கமாக அமுக்க வேண்டும். இவ்வாறு செய்தும் இரத்த ஒழுக்கு நிற்கவில்லையெனின் காயம்பட்ட இடத்திற்கு இரத்தத்தைக் கொண்டு செல்லும் முக்கிய தமனியை விரல்களினாலாவது இரத்தம் தடுக்கும் கருவியினாலாவது (Tourniquet) கெட்டியாக அமுக்க வேண்டும். காயம்பட்ட பாகத்தை அசையாமல் வைத்திருக்க வேண்டும். இரத்தக் குழாய்களைக் குறுக்கும் பொருட்டு குளிர்ந்த நீரையாவது, பனிக்கட்டி கலந்த நீரையாவது காயம்பட்ட இடத்தில் தெளிக்கலாம். தொற்றுநோய் கிருமிகள் நுழையாத வகையில் காயத்தைத் தூய்மை செய்யவேண்டும். கட்டுப் போடும் பொருள்களும், உதவி செய்பவர்களின் கைகளும் கிருமி நாசினியால் சுத்தம் செய்யப்படல் அவசியமாகும்.

நஞ்சுப் பொருள்கள் (Poisonous things)

கீழ்க்கண்ட சிகிச்சையைச் செய்தவுடன் மருத்துவரின் உதவியை நாடுதல் அவசியமாகும். திட, திரவ நிலையில் நஞ்சுப், பொருள்கள் வாயில் பட்டுவிட்டால் உடனே துப்பிவிட்டு வாயை நன்றாக நிறைய நீரால் கொப்பளிக்க வேண்டும். பிறகு அமிலப் பொருளாக இருந்தால் சோடியம்-பை-கார்பனேட் கரைசலையும், எரிகாரமாக இருந்தால் ஒரு சதவீத அசிடிக் அமிலக் கரைசலையும் கொண்டு வாயை நன்றாக கழுவவேண்டும். அரிப்பு பொருளாக இருந்தால் முட்டையின் வெள்ளைக்கரு, பால், பார்லி கஞ்சி, அரிசி

கஞ்சி இவற்றில் ஏதேனும் ஒன்றைக் கொடுக்கவேண்டும், நோயாளியை வாந்தி எடுக்கச் செய்யக்கூடாது. பேதிக்கும் கொடுக்கக் கூடாது. விழுங்கினப் பொருள் அமிலமாக இருந்தால் நிறைய நீரையும், தெளிந்த சுண்ணாம்பு நீரையும் (Lime water) அருந்தச் செய்யலாம். எரிகாரமாக இருந்தால் நிறைய நீரோடு ஒரு சதவீத அசிடிக் அமிலம் அல்லது எலுமிச்சை சாற்றை அருந்தச் செய்யலாம். துத்துநாக கூட்டுப் பொருளாக இருந்தால், நீர்த்த சோடியம் கார்பனேட் (Sodium Carbonate) கரைசலை அதிக அளவில் கொடுக்கவேண்டும். அரிப்புத் தன்மையற்ற பொருளை விழுங்க நேரிட்டால் வாந்தி மருந்தை உட்கொண்டு வாந்தி எடுக்கச் செய்யவேண்டும். உப்பு கரைசல் எளிதில் கிடைக்கும் வாந்தி மருந்தாகும். பிறகு முட்டையின் வெண்கரு அல்லது அரிசி கஞ்சியைக் கொடுக்கவேண்டும்.

நச்சு வாயுகள் (Poisonous gas)

பள்ளிகளில் பொதுவாக நச்சு வாயுக்களால் விபத்துக்கள் ஏற்படுவதில்லை. அவ்வாறு ஏற்பட்டால் நோயாளியை உடனே நல்ல காற்றோட்டமுள்ள இடத்திற்கு அழைத்துச் சென்று ஆடைகளைத் தளர்த்தி விட்டு, சுய உணர்வோடு இருந்தால் காபி அல்லது சூடான பானம் கொடுக்கவேண்டும். சுய உணர்வு அற்ற நிலையில் இருந்தால் மயக்க மடைந்தவனை சிகிச்சை செய்வதுபோல் கவனிக்க வேண்டும். தேவைப்பட்டால் செயற்கை சுவாச முறைகளை மேற்கொள்ளலாம். குளோரின் (Chlorine), புரோமின் (Bromine) வாயுகளை, முறிக்க நோயாளியை அமோனியா (Ammonia) வாயுவை முகரச்செய்து வாய், தொண்டை பகுதிகளைச் சோடியம்-பை-கார்பனேட் கரைசலால் கழுவுதல் வேண்டும்.

மின்சாரத்தால் ஏற்படும் அதிர்ச்சிகள் (Electric Shock)

மின்சாரத்தால் அதிர்ச்சி ஏற்பட்டால் உடனடியாக மின் விசையை நிறுத்த வேண்டும். தேவைப்பட்டால் செயற்கை சுவாச முறையைக் கையாளலாம். புண்கள் ஏற்பட்டிருந்தால் அதற்கேற்ற சிகிச்சைகளைச் செய்யவேண்டும். நோயாளியை கிடையாக படுக்கவைத்து, வெதுவெதுப்பான சூழ்நிலையில் அமைதியாக இருக்கச் செய்யவேண்டும்.

பூச்சிகள், தேள் போன்றவை கொட்டுதல்

தேனீக்கள், சிற்றீக்கள், குளவிகள் முதலிய பூச்சிகள் தோட்டத்தில் பணிபுரியும்போது கொட்டினால் அது மிகுந்த வலியை ஏற்படுத்துவதுடன் சில சமயங்களில் மரணத்திற்கும் ஏதுவாகலாம்.

கொட்டின இடத்தில் வீக்கமும், வலியும், பலமாகக் கொட்டியிருந் தால், வாந்தி, பேதி, மயக்கம் முதலியவையும் உண்டாகும். இடை இடையே வாந்தி உண்டாகும். முகம், கை, கால்கள், வீங்கிப் போகும்.

கொட்டின பாகத்தை நசுக்கி விஷத்தை எடுத்துவிட வேண் டும். அமோனியா, சோடா உப்பு, வெங்காயம் இவைகளை மேலே தடவ வேண்டும், அல்லது பொட்டாசியம் பர்மாங்கனேட்டை (Potassium per manganate) மேலேத் தடவி நன்ருகத் தேய்க்க வேண்டும். அதிர்ச்சி கண்டால் அதற்குண்டான சிகிச்சையைச் செய்யவேண்டும். தேள் கொட்டிஞல் கொட்டின இடத்திற்கு மேலே ஒரு கைக் குட்டையால் இறுகக் கட்டவேண்டும். பச்சை வெங்காயத்தை அரிந்து, அரிந்த பாகத்திஞல் கொட்டின இடத்தை நன்ருகத் தேய்த்து விடவேண்டும். எந்தவிதமான பூச்சிகள் கொட்டின போதிலும் அதற்கு டிஞ்சர் அயோடின் (Tincture of iodine) மிக சிறந்த மருந்தாகும்.

முதலுதவிப் பெட்டி
(First Aid kit)

ஆய்வகத்தில் பொதுவாக சிறு விபத்துக்கள், எப்பொழுதும் ஏற்படலாம். எனவே நெருக்கடியை சமாளிக்க ஒவ்வொரு ஆய் வகத்திலும் ஒரு முதலுதவிப் பெட்டியை வைத்திருத்தல் அவசிய மாகும். முதலுதவிக்குத் தேவையான முக்கிய பொருள்கள் அடங்கிய பெட்டி முதலுதவியைக் குறிக்கும் வகையில், வெள்ளைப் பின்னணியில் சிகப்பு சிலுவை அடையாளத்துடன் ஆய்வகத்தில் வைக்கவேண்டும். அது பூட்டப்பட்டு சாவியும் அதன் அருகில் இருக்கவேண்டும். இப் பெட்டி எளிதில் எடுக்கக்கூடிய இடத்தில் வைக்கப்படல் வேண்டும். முதலுதவிப் பெட்டியின் அருகில் சாதாரணமாக ஏற்படக் கூடிய விபத்துக்களும் அதற்கான முதலுதவி களையும் விளக்கமாக எழுதி முதலுதவிப் பெட்டியின் அருகில் ஒட்டி வைக்கவேண்டும். இத்திட்டமானது தகுதி வாய்ந்த மருத்துவர் ஒருவரின் ஒப்புதலைப் பெற்றதாக இருக்கவேண்டும். பெட்டியை அடிக்கடி பார்வையிட்டு, எல்லா பொருள்களும் உள்ளனவா ? என சோதித்தறிந்து குறைகளை உடனுக்குடன் நிவர்த்திக்க வேண்டும். முதலுதவிப் பெட்டியில் உள்ள சீசாக்கள் சரியான முறையில் பெயரிடப்படல் வேண்டும். முதலுதவிப் பெட்டியில் கீழ்க்கண்டப் பொருள்கள் இருத்தல் அவசியம்.

1. அசிடிக் அமிலம் (1%—5%) Acetic acid.
2. அமோனியா கரைசல் (1%—5%) Ammonium hydroxide.

3. பல்வேறு கட்டு துணிகள் (Assorted bandages).
4. மருந்தில் நனைத்த வலைத் துணி.
5. பஞ்சு
6. டிஞ்சர் அயோடின்
7. கார்பாலிக் அமிலம் (Carbolic acid).
8. லைசால் (Lysal)
9. டெட்டால் (Dettol)
10. போரிக் அமிலம் (Boric acid).
11. ஒட்டக மயிர் தூரிகை (Camel hair brushes).
12. சமுக்காளம் (Blankets).
13. சாமணம் (For ceps).
14. ஊசிகள் (Needles).
15. ஊக்குகள் (Safty-pins).
16. கத்தரிக்கோல் (Scissors).
17. கண்ணுக்கு மருந்து சொட்டும் கருவி.
18. கண்கழுவும் கருவி (eye-bath dropper).
19. தெளிந்த சுண்ணும்பு நீர் (Lime water).
20. சுரமாணி (Thermo meter clinical).
21. புண்ணில் கட்டும் வலைத்துணி.
22. 3% சல்பானிலமைடு பசை (Sulphanilamide cream).
23. வாசிலின் (Vaseline).
24. கிளிசரின் (Glycerine).
25. முகரும் உப்புகள் (Smelling salt).
26. தூய்மையான வடித்த நீர் (Distilled water).
27. சாதாரண உப்பு (Common salt).
28. ஆலிவ் எண்ணெய் (Olive oil).
29. தீப் புண் பசை (Burn Cream).
30. பொட்டாசியம் பர்மாங்கனேட் (Pottassium permanganate).
31. சில்வர் நைட்ரேட்டு கரைசல் (Siver nitrate).
32. கரண்டி (Spoon).

சொந்தமாக தயாரிக்கப்பட்ட துணைக்கருவிகள்
(Home made apparatus, Improvised or In expensive Apparatus)

அறிவியலைக் கற்பிப்பதன் நோக்கங்களில் ஒன்று, மாணாக்கர்களிடையே அறிவியல் முறையில் அறிவியல் மனப்பான்மை, அறிவியல் பயிற்சி போன்றவைகளை உண்டாக்குவதாகும். இதனைப் பாடப் பொருளைக் கூறுதல், செய்து காண்பித்தல், மாணாக்கர்கள் செய்துபார்த்தல் போன்றவைகளின் வாயிலாகப் பெறக்கூடும். பெரும்பான்மையான உயர்ந்த மனப்பான்மைகள் பரிசோதனைகளைச் செய்துபார்த்தல், செய்துகாட்டுதல் வாயிலாகவே வளர்க்கப்படுகின்றன. திறமையான முறையில் பயனுள்ள பரிசோதனைகளைச் செய்ய முடியாததற்குக் காரணம் பள்ளியில் போதுமானத் துணைக் கருவிகள் இல்லையெனக் கூறுவது இன்று பெரும்பாலான ஆசிரியர்களின் கூற்றாகும். ஆனால் அறிவியலில் போதுமான வளர்ச்சிபெற வேண்டிய நாட்டில் இது ஒரு பிரச்சனையே யாகும். மேலும் எல்லா பள்ளி வயதுப் பிள்ளைகளையும் அறிவியல் முறையில் பயிற்றுவிப்பதற்கான ஆய்வகத்தை உருவாக்க பெரும் தொகை இதற்கே செலவிட வேண்டியிருக்கும். இந்நிலையில் அறிவியலைக் கற்பிக்க எல்லா வசதிகளையும் அரசே ஏற்பாடு செய்யும் என நாம் காத்துக் கொண்டிருத்தல் இயலாது. மிக விரைவாக முன்னேறி வரும் அறிவியல் உலகில் வாழும் நாம், ஏனைய நாட்டுடன் பல பிரச்சனைகளைச் சமாளித்துக்கொண்டு அறிவியலில் நாம் பின்தங்காமல் அவர்களுடன் முன்னேறிச் செல்லவேண்டும் என்பதை மறத்தலாகாது. இப் பொருளாதாரப் பிரச்சனையைச் சமாளிக்க ஒருவழி சொந்தமாக நாமே துணைக் கருவிகளைத் தயார் செய்துக் கொள்வதாகும்.

உயர்ந்த துணைக் கருவிகளும், நன்கு பராமரிக்கப்பட்டு எல்லா வகைத் துணைக் கருவிகளையும் கொண்ட ஆய்வகமும் அறிவியல் கற்பித்தலை மிகவும் எளியதாகவும், பயனுள்ளதாகவும் செய்யும் என்பதில் ஐயமில்லை. ஆனால் சில சமயங்களில் விலையுயர்ந்த துணைக் கருவிகளின் உதவியால்தான் அறிவியல் கற்பிக்க முடியும் என்ற தவறான எண்ணம் எழாமல் கவனித்துக் கொள்ள வேண்டுவதும் மிகவும் அவசியமாகும். இவ்வாறு கருதுவது உண்மையான அறிவியல் எழுச்சிக்கு மிகவும் முரணான எண்ணமாகும். பெரிய கண்டுபிடிப்புகளைச் செய்த அறிவியல் அறிஞர்களும் அவர்களே எளிதில் கிடைக்கக்கூடிய சாதாரணப் பொருளைக் கொண்டு சொந்தமாகத் தயாரித்த துணைக் கருவிகளால் பல சாதனைகளைப் புரிந்துள்ளனர். அவர்களும் இதனையே வற்புறுத்தியும் அவர்களது செயல்களில் பயன்படுத்தியும் உள்ளனர். நம் வீடுகளில் சாதாரணமாகக் கிடைக்கக்கூடிய பலவகை

எளிய பொருள்களிலிருந்தும் கடைகளில் மலிவு விலையில் கிடைக்கக்கூடிய பழைய சாமான்களைக் கொண்டும் பலவகையான அறிவியல் ஆய்வகத் துணைக் கருவிகளைத் தயாரிக்கலாம். பள்ளியில் ஆய்வகத் துணைக் கருவிகள் இல்லையென்பதற்காக அறிவியலில் செய்முறை அனுபவமானது கொடுக்கப்படாமல் இருக்கக்கூடாது. சிறிதளவு கைத்தொழில் திறனும், முயற்சியும் உள்ள ஆசிரியர் அறிவியல் கற்பிப்பதற்குத் தேவையானத் துணைக் கருவிகளைத் தானே உருவாக்க இயலும். வேலை செய்வதற்கு வேண்டிய விருப்பம், நுண் ஆய்வுத் தன்மை (Resource fulness) கூர்மதி, புது புனைத் திறன் (Inguinity) சிந்தனை, கற்பனைத் திறன், கைத்திறன், நுணுக்கமான யுக்தி முதலியவைகளைக் கொண்ட ஆசிரியரால் குறைந்த செலவில் பல்வேறு துணைக் கருவிகளைச் செய்துகொள்ள முடியும். அறிவியல் ஆசிரியருக்கு சாதாரண சோதனைக்கு வேண்டிய சில துணைக்கருவிகளைச் செய்துக் கொள்ளவும், சிலவற்றைத் தேவையான நிலையில் திருத்தி அல்லது மாற்றிக் கொள்ளவும், பழுதடைந்தால் சீர்செய்துக் கொள்ளக்கூடிய திறனும் அவசியமாகும். காலி பால் பெட்டிகள், சீசாக்கள், முகப் பூச்சுத் தூள் பெட்டி, கம்பித் துண்டுகள், தக்கைகள், சில எந்திரங்களின் பகுதிகளைக் கொண்டு, பல்வேறு கருவிகளை அமைத்துக் கொள்ளலாம். எடிசன், க்யூரி, மெண்டல், டேவி, பாரடே போன்ற அறிவியல் மேதைகளின் வாழ்க்கையிலிருந்து பல பாடங்களை நாம் அறியலாம். பெரிய அளவில் ஆய்வகமோ, அன்றி மிக விலை உயர்ந்த பல துணைக் கருவிகளை வைத்துக்கொண்டுதான் சிறந்த அறிவியல் கண்டுபிடிப்புகளைச் செய்யவில்லை என்பதையும் நாம் அறியலாம். அவர்கள் பரிசோதனைகளை மிக எளிய நிலையில், வீட்டில் செய்யப்பட்ட துணைக் கருவிகளையும், நல்ல முறையில் சீராக்கப்படாத (Crude) கருவிகளையும் கொண்டுதான் அவர்களது சோதனைகளை மிகவும் வெற்றிகரமாக முடித்துள்ளனர். ஒவ்வொரு அறிவியல் அறையிலும் வேலை செய்வதற்கான ஒரு மேஜையும் அதற்கான கருவிகளையும் வைத்து ஆசிரியரும் மாணாக்கர்களும் அவர்களது ஆய்வகத்திற்குத் தேவையான துணைக் கருவிகளைத் தயாரித்துக் கொள்ள வசதியானது கட்டாயம் இருக்கவேண்டும்.

பயன்கள்

1. சொந்தமாகத் தயாரிக்கப்பட்ட துணைக் கருவிகள் கடையில் வாங்குவதைக் காட்டிலும் மிகவும் மலிவானது. சில வேளைகளில் இது செலவே இல்லாமலும் இருக்கக்கூடும். எனவே பல பொருள்களை ஆய்வக நிதிக்காகவோ, மான்யத்திற்காகவோ எதிர்பார்க்காமல் தாங்களாகவேச் செய்துக்கொள்ளலாம். இவ்வாறு சொந்தமாக செய்துக் கொள்ளும் துணைக் கருவிகள் பள்ளியின் சுய தேவைப் பூர்த்தியை (Self-Sufficiency) ஈடு செய்யவும் உதவுகிறது.

2. கல்வி மற்றும் உளவியல் பயன்

கற்றலில் நல்ல விளக்கம் பெற, சிந்தனையும், செயலும் ஒருங்கிணைந்துச் செல்லவேண்டும். கைகளால் புரியப்படும் செயல் மூலம் அறிவு வளர்கிறது, என்பதனை ஆய்வுகள் நிருபிக்கின்றன. தாமே தயாரிக்கும் துணைக் கருவிகளில் இக்கொள்கை நன்கு அமைந்துள்ளது. மாதிரிப் பொருளைத் தயாரிக்கும் போதும், துணைக் கருவிகளைக் கையாளும் போதும் இத் தத்துவம் பயன் படுகிறது. மூளையும், கையும் இணைந்து பணிபுரிவது மாதிரிப் பொருள் அல்லது துணைக் கருவியை உருவாக்கும்போது ஏற்படும் தன்னம்பிக்கை போன்றவை, உற்பத்தியை அடிப்படையாகக் கொண்ட பொழுது போக்கு பணிகளை வளர்க்கிறது. இம்முறையில் படைப்பூக்கம், கட்டூக்கம் போன்றவை நன்முறையில் பயன் படுத்தப் படுகிறது. மாணுக்கர்களது ஆற்றலும், நன்முறையில் மடைமாற்றம் (Sublimation) ஏற்பட உதவுகிறது.

3. சமுதாயப் பயன்

மாணுக்கர்கள் தங்கள் கைகளைக் கொண்டே நேரடியாகப் பணிபுரியும்போது உழைப்பில் விருப்பம் கொள்ளுகின்றனர். இதனுல் உடலுழைப்பு, மூளை உழைப்பு என்ற பாகுபாடு நீங்கு கிறது. மாணுக்கர்களிடையே உழைப்பின் உயர்வை (Dignity of Labour) உணர்த்தவும், உழைக்கும் பண்பை வளர்க்கவும் உதவு கிறது.

4. 'செய்து கற்றல்' என்ற உளவியல்' கொள்கையின் சிறந்த தத்துவத்தை இது அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ளது.

5. இது மாணுக்கர்களிடையே தானே சிலவற்றைக் கண்டு பிடிக்கவும், புதியதாகச் செய்யவும் ஊக்குவிக்கிறது.

6. மாணுக்கர்கள் அறிவியல் முறையில் சிந்திக்கும் பழக்கத்தை வளர்த்துக் கொள்வதோடு அறிவியல் முறையில் பயிற்சி பெறு கிருர்கள். அறிவியல் மனப்பான்மை வளரவும் உதவுகிறது.

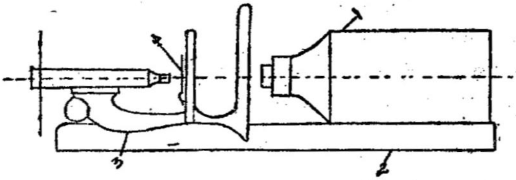
7. இது மாணுக்கர்களிடையே தானே சிலவற்றைக் கண்டு பிடிக்கவும், புதியதாகச் செய்யவும் ஊக்குவிக்கிறது.

8. தன் முனைப்பு (Initiative), நுண்ணுனர் திறனையும் (Resource ful) போன்ற மனத் தன்மைகளைப் பயன்படுத்த வாய்ப்பு உள்ளது.

9. மாணுக்கர்கள் திறனாய்வு முறையில் சிந்திக்கவும் அவர்களது பணியினைத் திறனாய்வு முறையிலும், சுய ஆலோசனையின் பேரிலும் விருத்திச் செய்யவும் கற்றுக் கொள்ளுகிறார்கள்.

உயிரியல் கற்பித்தலுக்கான சில சொந்தமாக செய்யும் துணைக் கருவிகள்

உயிரியல் ஆசிரியர் தனது ஆர்வம், நுண் ஆய்வுத் திறன்கொண்டு பல அடிப்படைத் துணைக் கருவிகளை உருவாக்கலாம். எடுத்துக்காட்டாக ஆய்வகத்திலுள்ள நுண் தரிசினியையும், நழுவம் பயன்படுத்தும் புரொஜெக்டரையும் பயன்படுத்தி மைக்ரோ புரொஜெக்டரை ஏற்படுத்திக் கொள்ளலாம். நுண் தரிசினியில் உள்ள சிலிண்டர் பகுதியை, கிடையான நிலையில் மேஜைக்கு இணையாகத் திருப்பி, பொருளின் பிம்பத்தை, கண்ணருகு லென்சு வழியாக திரையில் விழச் செய்யலாம். நுண்தரிசினியிலிருந்து, ஆடியோடு, ஒளிப்பெட்டியையும் நீக்கிவிட்டு, பிம்பம் விழ தேவையான ஒளி வழங்கும் சாதனமாக நழுவ புரொஜெக்டரைப் பயன்படுத்தலாம்.



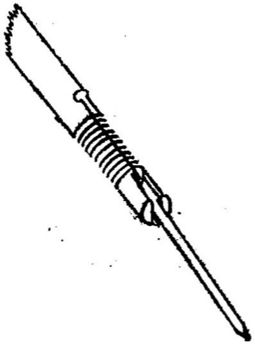
படம்—2.

மைக்ரோ புரொஜக்டர்

1. ஒளி வழங்கும் சாதனம், 2. தாங்கும் மேஜை, 3. நுண் பெருக்காடி, 4. நழுவம்.

பூச்சிகளைச் சேகரித்து வைக்கும் காட்சிப் பெட்டிகளை மாணுக்கர்களே தயாரித்துக் கொள்ளலாம். இப்பெட்டியின் அடிப்பாகமாக அரையிலிருந்து ஒரு அங்குல உயரத்திற்கு வெட்டப்பட்ட காலி டின்கள் அல்லது அட்டைப் பெட்டிகளை எடுத்து அதில் நுண் கிருமிகள் எதுவும் இல்லாது சுத்தம் செய்யப்பட்ட பஞ்சினை வைத்து அதன்மீது பதப்படுத்தப்பட்ட பூச்சிகளை, பெயர்கள் குறித்துவைத்து, பெட்டியின் மேல் பகுதியைக் கண்ணாடி தட்டைப் பொருத்தி மூடி விடவேண்டும். ஓரங்களை பசை நாடாவைப் பயன்படுத்தி நன்ருக ஒட்டி விடலாம். விரும்பினுல் ஓரங்களுக்கு வண்ணம் பூசி மேலும் கவர்ச்சியாக்கலாம்.

ஆசிரியரும், மாணுக்கர்களும் சேர்ந்து வேறு பல உபகரணங்களை உருவாக்கலாம். அவை பிராணிகளின் கூடுகளைக் சேகரித்தல், நீர் வாழ் உயிர் பொருட்காட்சி தொட்டி அல்லது நிலவாழ் பிராணி பொருட்காட்சியகம் அமைத்தல், உலர்த்தப்பட்ட தாவரத் தொகுப்புகள் தயாரித்தல் போன்றவைகளாகும். எலி, சுண்டெலி, ஓணன், பாம்பு, ஆமை, முயல், தவளை, பறவை, நத்தை, மண்புழு இவைகளை வளர்க்கும் ஒரு உயிர்பிராணி வளர்ப்பு சாலை அமைக்கலாம். இது மாணுக்கர்களுக்கு பிராணிகளைக் காத்தல், உண விடுதல் போன்ற வேலைப் பயிற்சியினை அமைக்கிறது உயிரியல் தத்துவங்களை, உயிருள்ள, பாதுகாக்கப்பட்ட பொருள்களைக் கொண்டு கற்பிக்கலாம். உயிரியலைக் கற்பிக்கவும், மாணுக்கர்களுக்குக் காட்சிப் பொருளாகப் பயன்படுத்த, பள்ளி அருங்காட்சியகத்தில், ஜாடியில் பதப்படுத்தப் பட்டுள்ள உயிரியல் பொருள்கள் மிகவும் பயன்படும். காலியான ஊறுகாய் ஜாடிகள், மற்றும் காலி குழந்தை உணவு, பால், காப்பி பொடி ஜாடிகளை, உயிரியல் பொருள்களைச் சேமித்து வைக்கும் காட்சி ஜாடிகளாகப் பயன்படுத்தலாம். 70 சதவீத ஆல்கஹாலில் பலவகைப் பூச்சிகளைச் சேமித்து வைக்கலாம். 8 சதவீத பார்மலின் கரைசல் உள்ள ஜாடிகளில், நீர் நத்தைகள், கிளிஞ்சல் இனங்கள், மீனினங்கள், தவளையின் முட்டைகள் மற்றும் சிறிய பாலூட்டி பிராணிகளைப் பாதுகாக்கலாம். புழுக்கள், தவளைகளை 5 சதவீத பார்மலின் கரைசலில் பாதுகாக்கலாம். பூச்சிப் பிடிக்கும் வலைகளின் உதவியால் பூச்சிகளைச் சேகரித்து பொட்டாசியம் அல்லது சோடியம் சையனைடு கொண்டு தயாரித்த கொல்லும் ஜாடிகளில் (Killing Jars) போட்டு இறந்த பின்னர் அவைகளைச் சேமித்து வைக்கலாம். பூச்சி உண்ணும் தாவரங்களையும் (Insectivorous bulbs) ஆய்வகத்தில் வளர்க்கலாம். இவைகள் சில வாரங்களில் வளரத் தொடங்கி 8 முதல் 10 வாரங்களில், ஐந்திலிருந்து பன்னிரண்டு பூச்சி பிடிக்கும் பொறிகளைக் (trap) கொண்டு வளரும். இத்தாவரங்கள் எவ்வாறு மூடிகளைக் கொண்டு மூடி பூச்சிகளை வளைத்து பிடித்துக் கொள்கின்றன என்பதைக் காண மாணுக்கர்களுக்கு உற்சாகமாக இருக்கும்.



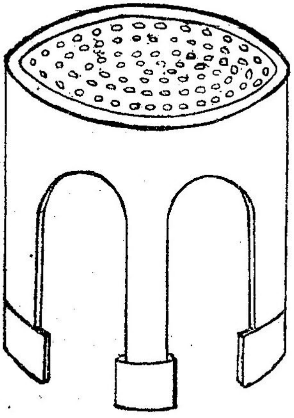
படம்-3.
அரிந்து பார்ப்பதற்கு உதவும் ஊசி.

அரிந்து பார்ப்பதற்கு உதவும் ஊசிகளை (Dissecting needles) சொந்தமாகவும் தயாரிக்கலாம். ஒரு நீண்ட குண்டூ

சியை, நேர் கோணத்தில் இருமுறை வளைத்து பின்னர் பிளக்கப் பட்ட குச்சி அல்லது பென்சிலில் வைத்துக் கட்டி தயாரிக்கலாம்.

மூன்று கால் தாங்கி தயாரித்தல்

உருளையான காலி தகர குவளையைக் கொண்டு இதனை எளிதில் தயாரிக்கலாம். மூன்று கால்களும் சமதூரத்தில் இருக்கு மாறு வைத்து, பக்க பகுதியில் மூன்று சம பகுதிகளை வெட்டி எடுத்து, அடிப்பாகத்தை நீக்கிவிட வேண்டும். மேல் பாகத்தில் கம்பி வலைப் போல் (wire gauge) சிறிதுளை களை இடலாம்.



படம்—4.
மூன்றுகால் தாங்கி

உயிரியல் ஆசிரியருக்கு விதைகள் முளைத்தலை உற்றுநோக்கச் செய்தல், பலவகைப் பூச்சிகளைக் காண்பித்தல், கருவுறும் முறைகளைப் பார்த்தல், தாவரங்கள் வளர்வதை நோக்குதல், தாவரங்களின் பலவகைப் பாகங்களையும், அதன் பயன்களையும் அறிதல் போன்றவைகள் கற்பித்தலுக்குத் தேவையான எளியத் துணைக் கருவிகளாகும். சிறிய பிராணிகளை வளர்ப்பதோடு, பரிசோதனையின் போது அரிந்தும் (Dissecting) காண்பிக்கலாம். பொறுமையான முறையில் சிக்கல் நிறைந்த உபகரணங்களையும் எளிய முறையில் அமைக்கலாம். எந்த அளவிற்கு எளிமையாகத் துணைக் கருவிகள் உள்ளனவோ, அந்த அளவிற்கு நன்முறையில், இக்கருவிகள் பயன் படுத்தும் முறை, விளக்கும் கருத்தை மாணக்கர்கள் நன்கு விரும்பி கற்பார்கள். எளிய துணைக் கருவிகள், மாதிரிப் பொருள்களைச் செய்வது பற்றி பல பாட நூல்களிலும், வார, மாத இதழ்களிலும் யோசனைகள் கூறப்பட்டிருக்கும். பள்ளி அறிவியல் கழகங்கள் வாயிலாக இவற்றைச் செய்து பள்ளியில் உயிரியல் கற்பித்தலுக்கு பெரும் சேவை புரியலாம்.

வினாக்கள்

(1) உயிரியல் பயிற்றுவதில் கீழ்க்கண்டவற்றின் முக்கியத்துவத்தை விவரிக்க.

(அ) மாணவர்களுக்கான செய்முறை வேலைகளை அமைத்தல்.

(ஆ) ஆய்வக பதிவேடுகளை நன்கு குறித்து வைத்தல்.

(2) உயிரியலுக்கு சொந்தமாக தயாரிக்கக் கூடிய துணைக் கருவிகளையும், அவற்றின் பயனையும் கூறி இரண்டையும் எவ்வாறு தயாரிப்பாய் என விளக்குக.

(3) நல்ல ஒரு உயிரியல் ஆய்வகத்தின் தேவைகள் என்னென்ன? எவ்வகையான ஆய்வக நடைமுறைகளை மாணவர்களிடம் வளர்க்க விரும்புவாய்?

(4) உயிரியல் ஆய்வகப் பதிவேடுகளில் ஏதேனும் இரண்டைப் பற்றி மட்டும், அவற்றின் தேவையான பண்பைக் குறிப்பிடுக.

(5) ஆய்வகப் பணியின் நோக்கங்கள், பயன்கள் யாவை? சிறந்த ஆய்வகத்தின் சிறப்பு அம்சங்கள் யாவை?

(6) ஒரு உயிரியல் ஆய்வகத்தின் அமைப்பு, சுற்றுப்புற சூழல்கள், இணைப்பு, மற்றும் தேவையான பொருள்களை விளக்குக.

(7) ஆய்வகக் கருவிகளை வாங்கும்போது கையாள வேண்டிய முறை, சேமிப்பு வசதி, பாதுகாத்து பராமரித்தலைக் கூறுக.

(8) கீழ்க்கண்டவைகளை விளக்குக.

(1) ஆய்வகத்துணை நூல்.

(2) செய்முறை குறிப்பு அட்டை.

(3) ஆய்வக செய்முறைக் குறிப்புகள்.

(9) ஆய்வக பாதுகாப்பு முன்னெச்சரிக்கைகளின் அவசியத்தை விளக்கி, பொதுவாக ஆய்வகத்தில் ஏற்படக்கூடிய இரண்டு விபத்துக்களைக் கூறி அதற்கான முதலுதவியைக் கூறு.

(10) செய்முறைப் பணியின் அவசியத்தையும், அதற்கு ஏற்பாடு செய்யும்போது கவனத்தில் கொள்ளவேண்டிய கருத்துக்களையும் கூறு.

6. பாட ஏற்பாடு அல்லது கல்வி ஏற்பாடு

(Curriculum)

கல்வி கற்பித்தலின் அடிப்படை நோக்கங்களில் ஒன்று மாணுக்கர்கள் தங்கள் சூழ்நிலைக்கு ஏற்றவாறு சிறப்பான முறையில் பொருத்தப்பாடுச் செய்துகொண்டு உடல் உள்ள நலத்துடன் வாழ்வதாகும். கல்வியின் நோக்கங்களையும் இவற்றுடன் தொடர்புடைய வாழ்க்கை இலட்சியங்கள், பயன்கள் ஆகியவற்றை அடைய பள்ளிப் பாடங்களும், பிறபள்ளிச் செயல்களும் உதவுகின்றன. இதனை பள்ளி ஏற்பாடு அல்லது கல்வி ஏற்பாடு என வழங்கப்படுகிறது. கல்விச் செயல் மூலமாக நாம் எதிர்பார்க்கும் பயன் ஏற்பட இதனை நன்கு திட்டமிட்டு வரையறைச் செய்து பயன்படுத்த வேண்டும். பாட ஏற்பாடானது கல்வி செயல் முறையின் முக்கிய பகுதியாகும். மாணுக்கர்கள் பள்ளியில் எவற்றைக் கற்க வேண்டும் என்பதற்கு பாட ஏற்பாடு வகை செய்கிறது. பாட ஏற்பாடு என்பது மாணுக்கர்கள் பள்ளியில் கற்க வேண்டிய பாடங்களின் தொகுப்பு என்ற பழைய கருத்து பாட ஏற்பாடு என்பதற்கு மிகவும் குறுகிய நோக்கில் பொருள் கொள்வதாகும். ஆனால் இன்று கல்வி ஏற்பாடு என்பதற்கு விரிவான வகையில் கல்வி அறிஞர்களால் பொருள் குறிப்பிடப் பட்டிருக்கிறது. மாணுக்கர்கள் வகுப்பறை யோடும், பாட நூல்களுடனும் அன்றி வகுப்பிற்கு வெளியிலேயேயும் பாடநூல்கள் தவிரவும் பல வழிகளில் கல்வித் தொடர்புடைய இணைச் செயல்களின் வாயிலாக கல்விப் பயன் மிக்க சிறந்த பல அனுபவங்களைப் பெறுகின்றனர். மாணுக்கர்கள் கல்வியின் குறிக்கோள்களை அவற்றை அடிப்படையாகக் கொண்ட கற்றல் அனுபவங்கள் வாயிலாக (Learning Experience) பெறுதல் அனைத்தையும் கல்வி ஏற்பாடாகும் எனக் கூறப்படுகிறது. கல்வி ஏற்பாடானது கல்வியின் குறிக்கோள்களை அடைய உதவும் எல்லா செயல்களையும் அனுபவங்களையும் கொண்டதாகும். அதாவது கல்வி ஏற்பாட்டில் கல்வி சம்பந்தமான எல்லா, முழுமையான வாய்ப்புகளும் இடம் பெறும் என்பதாகும். பல்வேறு பாடங்களுக்கான பாடத் திட்டங்கள் (Course of Study) அனைத்தும் கல்வி ஏற்பாட்டின் ஒரு பகுதியேயாகும். கல்வி ஏற்பாடு

குறித்து மன்ரோ (Monroe) என்பார் குறிப்பிடுகையில் "கல்வியின் நோக்கங்களை அடைவதற்காக, பள்ளியினுல் பயன்படுத்தப்படும் அனுபவங்கள் யாவும் கல்வி ஏற்பாட்டினுள் அடங்கும்." என்கிருர். "கல்வி ஏற்பாடு என்பது பள்ளியினுல் திட்டமிடப்பட்டு நெறிப்படுத்தப்படும் கற்றல் யாவற்றையும் குறிக்கும். இவை குழுக்களிலோ, தனித்தோ எழக்கூடும். மேலும் இவை பள்ளிக்கு உள்ளேயும் சிலபோது பள்ளிக்கு வெளியேயும் எழக்கூடும்" என்று கெர் (J. Kerr) என்பார் கூறுகிருர். வால்டர்ஸ் (Walters) என்பார் கல்வி ஏற்பாடு குறித்து கூறியதையும் இங்கு காணலாம். 'பள்ளியின் மேற்பார்வையில் மாணுக்கர்கள் பெறும் பல்வேறு அனுபவங்களும் கல்வி ஏற்பாட்டின் பகுதிகளாகும். வகுப்பறைச் செயல்கள், வகுப்பிற்கு வெளியே மாணுக்கர்கள் ஈடுபடும் செயல்கள், வேலை, விளையாட்டு ஆகியனயாவும் இதனுள் அடங்கும். ஏனெனில் இச்செயல்கள் தனி மாணுக்கரது நலனையும், சமுதாய நலனையும் காக்கின்றன'. கல்வி ஏற்பாட்டின் கட்டுப்பாட்டிற்குள் ஒரு பள்ளியின் கல்வி அமைப்பு, கற்பித்தல் முறைகள், மதிப்பீட்டு முறைகள், பாட இணைச் செயலுக்கான பல்வேறு வாய்ப்புகள் யாவும் அடங்குவதாகும். கல்வி ஏற்பாடானது அமைப்பிலோ, தன்மையிலோ, இறுகிய நிலைக்கொண்டு காணப்படாது. நெகிழ்ச்சி, பல திறம், பல்வேறு மாணுக்கர்களுக்கேற்ப அமைந்திருத்தல் ஆகிய பண்புகளும் இன்றைய கல்வி ஏற்பாட்டின் பண்புகளாகும். கல்வி ஏற்பாட்டில் அமைந்துள்ள பாடங்கள், செயல்கள், மற்றும் பிற கற்றல் அனுபவங்கள் போன்றவையாவும், தாம் வாழ்ந்துவரும் சுற்றுபுற உலகோடு தொடர்பு கொண்டு அதனை உணர்ந்து அதனுடன் உயர்ந்த பொறுத்தப் பாட்டினைப்பெற (Superior Adjustment) மாணுக்கர்களுக்கு உதவுகின்றன. பள்ளிக் கல்வியினுல் தனி மாணுக்கர்களது நல்வளர்ச்சியோடு, தொடர்புடைய நோக்கங்களும், அவர்கள் வாழும் சமூகத்தோடு தொடர்புடைய நோக்கங்களும், எந்த அளவிற்கு ஏற்படுகிறது என்பது கல்வி ஏற்பாட்டின் தன்மையைப் பொருத்து உண்டாகும் பயனுகும்.

கல்வி ஏற்பாடு குறித்து இன்றைய கருத்துக்கள்

பல ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் கல்வியின் நோக்கம் பாட அறிவை சேகரித்துக் கொள்வதாக இருந்தது. எனவே பாட ஏற்பாடும் கற்பித்தலுக்கான பாடத்திற்கு ஏற்றவாறு இருந்தது. ஆனுல் இன்று கல்வியானது இயங்கும் தன்மை (dynamic process) கொண்ட செயலாக உள்ளதால் அதற்கேற்ப நோக்கமும், பயனும் மாறியுள்ளன. இது வெறும் பாட அறிவோடு இன்றி, பள்ளி, வகுப்பறை, ஆய்வகம், பணிமனை, விளையாடுமிடம் ஆகிய இடங்களில் பெறும் பலவகைச் செயல் அனுபவங்கள், ஆசிரியர்

மாணுக்கர் உறவு ஆகிய அனைத்து கூட்டு அனுபவத்தின் முழுப் பயனுகும். அதாவது பள்ளியில் நடைபெறும் அனைத்துச் செயல்களையும் கொண்டது கல்வி ஏற்பாடு எனலாம். பொதுக் கல்வி ஏற்பாட்டின் பகுதியாகிய அறிவியல் பாட ஏற்பாடு' மாணுக்கரின் சரிவிகித ஆளுமை வளர்ச்சியில் பெரும் பங்கேற் கிறது. அறிவியல் கற்பித்தலானது, பாட அறிவை மாணுக்கர் களுக்கு கொடுப்பதோடு அறிவியல் மனப்பான்மை, ஆர்வம், திறன் போன்ற சிறந்த பண்புகளை வளர்த்தலையும் நோக்கமாகக் கொண்டிருக்க வேண்டும். இதற்கு அறிவியல் முறையில் அமைக்கப் பட்ட கல்வி ஏற்பாடு மிகவும் அவசியமானதாகும். அறிவியல் என்ற மிகவும் பரந்த பாடத்தில் குழந்தைகளின் அனுபவத்தை ஒட்டிய கல்வி ஏற்பாட்டில், எவற்றைப் போதிப்பது என்பதனையும், ஒவ்வொரு குழந்தையின் அனுபவமும், வேறுபட்டிருப்பதால் அவர்கள் அனைவருக்கும் ஏற்ற கல்வி ஏற்பாட்டை அமைப்பதையும், அறிவியல் கற்பித்தலின் நோக்கங்களை அடைவதைக் கல்வி ஏற் பாட்டில் ஏற்படுத்துதலையும், மக்களாட்சி நாட்டிற்குகந்த கல்வி போன்றவைகளை அறிவியல் கல்வி ஏற்பாடு உருவாக்கும்போது கருத்தில் கொள்ளவேண்டும்.

கல்வி ஏற்பாட்டில் காணப்படும் குறைகள்

1. கல்வி ஏற்பாடானது அறிவியலின் பல பிரிவுகளிலிருந்தும் மெய்ம்மைகளைச் சேகரித்து ஒழுங்கற்ற முறையிலும், உளவியலுக்கு ஒவ்வாத முறையிலும் அமைக்கப் பட்டுள்ளன. இது பாடத் தலைப்பையும், பாடப் பொருளையும், மையமாக வைத்து உருவாக்கப் பட்டுள்ளது. உயிரியல், பௌதிகம், வேதியல் போன்றவற்றில் சில தலைப்புகளைக் கொண்டு பொது அறிவியலாகத் தொகுக்கப் பட்டுள்ளது. ஆசிரியர், மாணுக்கர்களின் கவர்ச்சி, செயல்களைப் பற்றி கவலை இன்றி குறிப்பிட்ட பாட நூலை பின்பற்றி தனது சொற் பொழிவைச் செய்கிருர். எனவே இது ஏட்டுக்கல்வியாக அறிவைப் பெருக்குவதைத் தவிர அதனை வாழ்க்கையில் பயன்படுத்துவதை வற்புறுத்தப்பட வில்லை.

2. இது சூழ்நிலைக்கு ஏற்றவாறு நெகிழ்ந்துக் கொடுக்கும் தன்மையற்று, நிலையானதாகவும், இரு பாலருக்கும் பொதுவாகவும் உள்ளது. 3. வெளியுலக உண்மை வாழ்வோடு தொடர்பின்றி யும், மாணுக்கர்கள், சமுதாயத்தின் தேவைகளை அறிந்து பூர்த்திச் செய்வதாகவும் இல்லை. 4. அறிவியல் கற்பித்தலின் நோக்கம், பயனை பெறுவதற்கு ஏற்றவாறு இல்லை. 5. புறத்தேர்விற்கு மிகவும் முக்கியத்துவம் தரப்படுகிறது. இதனுல் குறிப்பிட்ட பாடப் பகுதியை மட்டும் மாணுக்கர்கள் தேர்ந்தெடுத்து மனப்பாடம்

செய்து தேர்வில் அப்படியே எழுதவும், மற்றவைகளை ஒதுக்கவும் செய்கிறார்கள். 6. அதிகபடியான பாடங்களைக் கொண்டிருந்தால் பாடப்பொருளில் ஆழ்ந்து படித்தலானது இல்லாமல் ஆகி விடுகிறது. 7. கல்வி ஏற்பாட்டில் பொது அறிவியலின் நோக்கம் சரியாக வற்புறுத்தப் படவில்லை. அறிவியல் கருத்துக்களைப் புரிந்துக் கொண்டு அதனை வாழ்க்கையில் பயன்படுத்தி சிறந்த குடிமகனாக மாணாக்கர்கள் வளரவேண்டும் என்பதுதான் இதன் முக்கிய நோக்கமாகும். 8 இது பலதரப்பட்ட வயது மாணாக்கர்களுக்கு ஏற்றதாக இல்லை. பாடத் திட்டம் தயாரிக்கையில் அவர்களின் திறமைகள், கவர்ச்சிகள் கருத்தில் கொள்ளப்படுவதில்லை. 9. அறிவியல் கற்பித்தலால் பெறும் அறிவியல் பொழுதுபோக்கு சம்பந்தமான அறிவு கிடைப்பதில்லை. அறிவியல் செயல்களான அறிவியல் கழகம், ஈடுபாட்டுக் கலைகள் ஒதுக்கப்படுகின்றன.

நம் பள்ளிகளில் பின்பற்றப்பட்டு வந்த கல்வி ஏற்பாட்டினை ஆராய்ந்த டாக்டர் முதலியார் கல்விக் குழு (1952) அன்று நாட்டில் நிலவிய உயர்நிலைப் பள்ளிகளின் கல்வி ஏற்பாட்டின் பல்வேறு குறைபாடுகளை எடுத்துக்காட்டியது. அக் குறை பாடுகளில் முக்கியமானவை. 1. அது குறுகிய நோக்கமுடைய தாகவும், ஏட்டுக் கல்வியை மட்டும் வற்புறுத்துவதாகவும் இருந்தது. எனவே கல்வியின் உண்மை நோக்கங்களை அடைவதில் அது வெற்றி பெறவில்லை. 2. பாடப் பொருளின் சுமை தேவைக்கு அதிகமாக உள்ளது. இணைந்த பாடங்களும் பிரிக்கப்பட்டு தனித் தனியாக இடம் பெற்றிருந்தது இதற்கு ஒரு காரணமாகும். 3. கல்வி ஏற்பாடு ஏட்டுக் கல்வியாகவும், கொள்கை அளவிலும் உள்ளது. 4. செய்முறைப் பயிற்சி, வேலை அனுபவங்கள் போன்றனவும், ஆக்கச் செயல்கள் சிந்தனைத் திறன் வளர்ச்சி ஆகியவற்றிற்கான வாய்ப்புகளும் வேண்டிய அளவு இல்லை. 5. புறத்தேர்வுகளின் ஆதிக்கம் மிகுந்துக் காணப்படபட்டதின் விளைவாக வாழ்க்கைத் தொடர்பும், பயனும் அற்றதாகக் காணப் பட்டது. 6. பாடப் பொருள்களும் ஆழ்ந்த அகன்ற அறிவினை மாணாக்கர்களுக்கு தருவதாக அமைந்திருக்கவில்லை. 7. மாணாக்கர் களிடையேக் காணப்படும் தனியாள் வேற்றுமைகள் கல்வி ஏற் பாட்டில் கருத்தில் கொள்ளப்படவில்லை. எல்லோர்க்கும் ஒரே வகைக் கல்வி முறை பின்பற்றப்பட்டது. மீத்திறன் கொண்ட மாணாக்கர்களுக்கு ஏற்றக் கல்வி, கல்வியில் பின்தங்கிய மாணாக்கர் களுக்கு உதவக் கூடிய கல்வி ஆகியவை கவனம் பெறவில்லை. 9. கல்வி ஏற்பாட்டில் தொழில் நுட்பப் பாடங்கள், வாழ்க்கைத் தொழிலுக்கு உதவக் கூடிய பாடங்கள் இடம் பெறவில்லை. 10. சுற்றுபுற வாழ்க்கையோடு தொடர்பற்று உள்ளது.

அறிவியல் பாட ஏற்பாடுக் குறித்து, கொத்தாரி கல்வி ஆய்வுக் குழுவின் அறிக்கையிலும், அறிவியலில், இன்று மிக அதிக அளவில் விரைவாக அறிவியல் அறிவு வளர்ந்துள்ளதால் உயிரியல், பௌதிகம், வேதியலின் அடிப்படைத் தத்துவங்களை, பள்ளி அறிவியல் பாட ஏற்பாட்டில் திருத்தி அமைக்கவேண்டும். விரைவான அறிவியல் முன்னேற்றத்தால் பள்ளிக்கும், கல்லூரிக்கும் இடையே உள்ள தூரம் அதிகரிக்கிறது என்றும், பாட ஏற்பாட்டில், புதிய அவசியமான பாடப் பொருளைச் சேர்க்கும்போது, தேவை யற்றவைகளைக் கல்வி ஏற்பாட்டினின்றும் கவனமாக நீக்கிவிட வேண்டும் எனக் கூறுகிறது.

முன்னேற்ற நிலையில் உள்ள கல்வி ஏற்பாட்டின் சிறப்பு அம்சங்கள்

வாழ்க்கையின் முக்கிய பகுதிகளிலிருந்தும் மாணுக்கர்களின் நேரடி அனுபவத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டும் தயாரிக்க வேண்டும். 1. இவ்வனுபவங்களானது புதியதாகவும், புதுமையான தாகவும் (Novelty), அறை கூவல்விடக் கூடியதாகவும் (Challenging) தூண்டக் கூடியதாகவும், ஆக்கத்திறன் (Creativity) கொண்ட தாகவும், இருக்கவேண்டும். மாணுக்கர்கள் மேல் வகுப்பிற்குச் செல்லச்செல்ல பாடப் பொருள் மேலும் அழுத்தம் பெறுவதாக அமையவேண்டும். 2. இது கொள்கைகள், அடிப்படைத் தத்து வங்கள், நுண்ணறிவு அமைப்பு ஆகியவற்றை வற்புறுத்த வேண்டும். 3. உற்றுநோக்குதல், பரிசோதனைகள் செய்தல், தாஞகச் செய்தல், ஆய்வகப் பரிசோதனையில் பெறப்பட்ட முடிவு களுக்கு, திறனுய்வு முறையில் விளக்கம் காணுதல் போன்றவை களுக்கு போதுமான அளவு வாய்ப்பானது இருக்கவேண்டும். அறி வியல் முறைகளை பயன்படுத்தி அறிய போதுமான அளவு அனுபவ வாய்ப்புகள் ஏற்படுத்த வேண்டும். 4. அறிவியல் திறன்கள், கவர்ச்சி, மனப்பான்மை, உண்மையை உணர்ந்து போற்றுதல் போன்றவை களுக்கு போதுமான வாய்ப்புகள் இருக்கவேண்டும். 5. உளவியலை அடிப்படையாகக் கொண்டு இருக்கவேண்டும். அறிவியல் கற்பித் தலுக்குரிய கற்றல் கொள்கைகளைக் கருத்தில் கொண்டு அமைக்க வேண்டும். மாணுக்கர்களின் திறமைகள் (Capacities), இயலும் தன்மை (Capabilities) போன்றவைகளையும் கருத்தில் கொண்டால் பல வகைப்பட்ட கல்வி ஏற்பாட்டை உண்டாக்க முடியும். அது தனியாள் வேறுபாட்டையும் ஈடு செய்யும். புவி இயல் நிலையில் இட வேறுபாடுகளையும் கருத்தில் கொண்டால் இன்றும் புதுமையான முறையில் (innovation) உண்டாக்கலாம். 6. சூழ்நிலையோடு, பயனுள்ள, திறனுள்ள முறையில் பொருத்தப் பாடுச்செய்துக் கொள்வதை நோக்கமாகக் கொண்டிருக்க வேண்டும். வாழ்க்கை

யில் மாணுக்கர்கள் உடனடியாக பயன்படுத்ததக்க அறிவியல் தக வல்கஃள அடையவும் செய்யத்தக்கதாக இருக்கவேண்டும். 7. மக்க ளாட்சியில் சிறந்த குடிமகனுகவிளங்க தேவையான திறன்கஃளயும், மனப்பான்மையும், வளர்ச்சி அடைய உதவவேண்டும். 8. கல்வி ஏற்பாடானது சோதஃனச் செய்யப்பட்டு, ஆராய்ச்சியின் பயனுக அபிவிருத்திச் செய்ப வேண்டும். 9. இது குறுகிய நோக்குடைய தாகவும் நிஃலயானதாகவும் (Static) இன்றி இயங்கும் நிஃலயிலும் (dynamic) முன்னேற்ற நோக்கிலும், மாணுக்கர்களின் அறிவியல் பாட அறிவு, திறமைகள் நன்கு வளரவும், பிற்காலத்தில் ஓய்வு நேரத்தை நன்முறையில் பயன்படுத்தவும் அவர்கள் வாழும் சூழ்நிஃலயோடு தொடர்பு கொண்டும் இருக்கவேண்டும்.

கல்வி ஏற்பாடானது தனித்து இயங்க முடியாது. இது பல தொடர்புடைய மாறுபடும் கூறுகளின் (Variables) முடிவால் ஏற் படுவதாகும். ஆசிரியர், மாணுக்கர், தேர்வுகளும் மதிப்பீடுகளும், கற்பித்தலுக்கான பொருள்களும், விளக்கச் சாதனங்களும், ஆராய்ச்சி, பாடநூல்கள், மேற்பார்வை, நிர்வாகம் என்பன அவை களில் சில முக்கியமானதாகும். பாடமைய கல்வி ஏற்பாடு இன்று குறைக் கூறப்பட்டாலும் சில காரணங்களால் அவற்றை நீக்க முடி வதில்ஃல. அனுபவ மைய கல்வி ஏற்பாட்டை விட இது எளியதும், பொறுத்தமானதும் மதிப்பிட எளியதும் ஆகும்.

கல்வி ஏற்பாடு அமைத்தலின் முக்கிய கோட்பாடுகள்

ஒரு கல்வி ஏற்பாட்டிஃன உருவாக்குதலில் நாம் கருத்தில் கொள்ள வேண்டிய முக்கிய கோட்பாடுகள் (Principles of Curriculum Construction) யாவை என்று காண்போம்.

1. குழந்தை மையக் கோட்பாடு

ஒரு சிறந்த கல்வி ஏற்பாடானது மாணுக்கர்களது தேவைகள், இயல்பு, கவர்ச்சி இவற்றைச் சார்ந்து செயல்பட வேண்டும். அது முழுக் குழந்தையின் வளர்ச்சிக்கும் உதவ வேண்டும். தனி மாணுக்கரது ஆளுமை வளர்ச்சிக்கு உதவுவதாகவும் அமைய வேண் டும். சமுதாயத்தின் பொருளியல் நிஃலக்கு உகந்த வகையிலும் அதஃன உயர்த்தும் வகையிலும் இருக்கவேண்டும். கல்வி ஏற்பாடானது சூழ்நிஃலக்கு ஏற்ப வஃளந்து கொடுக்கும் தன்மையும், இயங்கும் தன்மையும் பெற்றிருத்தல் வேண்டும். வாழ்க்கைச் செயலோடு தொடர்பு கொண்டும், இஃணந்தும் கல்வி ஏற்பாடு உருவாக வேண் டும். பல்வேறு கல்வி நிஃலகளுக்கான கல்வி ஏற்பாடுகளோடு ஒருமைப்பாடும் தொடர்ச்சியும் அவசியமாகும்.

2. மாணுக்கர்களை அவர்களது எதிர்கால வாழ்க்கையானது முழுமைப் பெற்றதாகவும், மிகுபயன் விளைவிப்பதாகவும் இருக்க ஆய்த்தம் செய்தல் என்பது மற்றும் ஒரு முக்கிய கோட்பாடாகும். இதனை ஆங்கிலத்தில் (Forward looking principle) என்பர். வாழ்க்கையில் அவர்கள் சூழ்நிலைக்கு ஏற்றவாறு பொறுத்தப்பாடுச் செய்துக் கொள்ளவும், மகிழ்ச்சியும் வெற்றியும் அடைய பள்ளிக் கல்வி ஏற்பாட்டின் வழியே அவர்கள் பெறும் அனுபவம் உதவ வேண்டும். அவர்கள் பெறுகின்ற அறிவியல் அறிவு, திறன், மனப்பான்மை, அறிவியல் பயிற்சியானது எதிர்கால வாழ்வில் எழக் கூடிய மாற்றங்களுக்கு ஏற்றவகையில் அவர்களது நடத்தையை மாற்றிக் கொள்ள தக்க ஆற்றலை அவர்களுக்கு அமைப்பதாக இருக்க வேண்டும். எதிர்காலத்திற்கு ஆயத்தம் செய்வதில் ஓய்வு நேரத்தைப் பயனுள்ள வகையில் செலவழிப்பதற்கான பயிற்சியும் கல்வி ஏற்பாட்டில் இருக்கவேண்டும். அறிவியல் சம்பந்தமான ஈடுபாட்டுக் கலைகளும், மற்றும் ஓவியம், இசை, கைப்பணிகளும் இதன்கண் அடங்கும்.

3. சமுதாய மையக் கோட்பாடு

கல்வி ஏற்பாடு சமுதாயத்தின் நோக்கங்களைத் தீர்மானிக்க வேண்டும். இது சமுதாய வாழ்க்கையோடு தொடர்பு கொண்டும், சமுதாயத்தில் உள்ள வசதிகளை முழுவதும் பயன்படுத்திக் கொள்ளக் கூடிய வகையிலும் அமைந்திருத்தல் வேண்டும். தனி மனிதர்களின் தேவைகள், சமுதாயத்தின் தேவைகள் ஆகிய இரண்டிற்கும் உதவக் கூடிய வகையில் ஒரு பொருத்தமான கல்வி அமைப்பினை கல்வி ஏற்பாடு உருவாக்க வேண்டும்.

4. செயல் மையக் கோட்பாடு

இது செய்து கற்றலை, வற்புறுத்துவதாக அமைவதாகும். தனியாள் ஆய்வகப் பணிக்கும் மற்ற வெளியிட அனுபவ பணிக்கும் முக்கிய வாய்ப்பு இருக்கவேண்டும். செயல்கள், அனுபவங்கள் ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் அமைக்க வேண்டும். 'செய்து கற்றல்', 'வாழ்ந்து கற்றல்', 'அனுபவங்களின் வழியே கற்றல்' என்ற கல்வித் தத்துவங்கள் இந்த கோட்பாட்டில் அடங்கும். எனவே இதனை 'செயல் மையக் கல்வி ஏற்பாடு' எனப்படும். ஜான் டூயி என்பாரும் குழந்தையானது ''நான் கற்கிறேன் என்பதை விட'' நான் பயனுள்ள அனுபவங்களைப் பெறுகிறேன் எனக் கூறும்போது அது கல்வியின் உண்மைப் பயனைப் பெறுவதாகக் கூறுகிருர். இச்செயல் மையக் கோட்பாடு அறிவியலில் மாணுக்கர்களுக்கு நேரடி அனுபவத்தை ஏற்படுத்தி, கற்றலை விரைவாக்கி, நிலைநிறுத்தவும், கைத்திறன் பயிற்சிப் பெறவும் உதவுகிறது.

5. நாகரீகம், பண்பாடுக் கூறுகளைப் பாதுகாத்தல் கோட்பாடு

மாணுக்கர்கள் வாழும் சமுதாயத்தில் வழிவழியாக தொடர்ந்து வரும் பண்பாடு, நாகரீகம் போன்றவற்றைக் காத்தலும், அவற்றை மாணுக்கர்களுக்கு நன்கு அறிமுகப் படுத்தலும் கல்வி ஏற்பாட்டின் கோட்பாடாகும். பண்டை காலந்தொட்டே சமுதாயத்தில் காணப் படும் பல்வேறு வாழ்க்கை சிறப்பு அம்சங்களைத் திரட்டி மாணுக்கர் களுக்கு அறிவிக்க கல்வி ஏற்பாடு வாய்ப்பளிக்க வேண்டும். சமூக மரபினை (Social heritage) மாணுக்கர் பெற்று பயன் பெறுதலான கல்வியின் நோக்கத்தினை இக்கோட்பாடு வலியுறுத்துகிறது. சமூக மரபு என்பதனுள் சிறந்த வாழ்க்கைக்குத் தேவையான சமூக அற-நெறிப் பண்புகள், அறிவு, திறன், மனப்பான்மை போன்றவை யாகும். இவை மொழி, அறிவியல், கணிதம், இலக்கியம், கலை போன்றவைகளையும் கொண்டிருக்கும். கல்வி ஏற்பாட்டை உண் டாக்கும் போது, சமூக மரபில் காணப்படும் அறிவியல் கருத்துக்கள், நடைமுறைக் கருத்துக்களை ஆராய்ந்து தேர்ந்தெடுத்து அதனை மட்டும் ஏற்றுக் கொள்ளுதல் மிகவும் அவசியமாகும்.

6. ஆக்கத்திறன் கோட்பாடு (Creative Principle)

மாணுக்கர்களின் ஆக்கத்திறன், வளர்ச்சிக்கான செயல்கள், சூழ்நிலைகள், பாடங்கள், வாய்ப்புகள் போன்றவை கல்வி ஏற்பாட் டில் இடம் பெறல் வேண்டும். அவர்களை புதியனவைகளைக் கண்டு பிடிக்கும் நிலையில் வைத்து ஆக்கத்திறன் வகையான செயல்களுக்கு வாய்ப்பு அளிக்க வேண்டும். மாணுக்கர்கள் தங்களது ஆக்கத்திறன், விரி சிந்தனைத்திறன் (Divergent Thinking) போன்றவற்றை பயன் படுத்தி புதியனவற்றை உருவாக்குவது அவர்களது தனித்தன்மை வளர்ச்சிக்கும், பிற்கால சமுதாய வளர்ச்சிக்கும் உதவுவதாகும். கில் போர்ட், டாரென்சு போன்றவர்கள் உளவியலில் ஆக்கத்திறன் பற்றிய ஆராய்ச்சிகளைச் சிறப்பாக செய்துள்ளனர். கல்வி ஏற்பாட் டில் ஆக்கத்திறன் பற்றிய வளர்ச்சிக்கு வாய்ப்பு இல்லையெனில் மாணுக்கர்கள் கல்வியின் வழியே சுவையற்ற, சலிப்பூட்டக் கூடிய ஒருமைப்பாட்டினையே அடைவார்கள். அறிவியலில் செயல் திட் டங்கள், வேலை அனுபவங்கள் போன்றவை மாணுக்கர்கள் சுதந்திர மாகச் செயல்பட்டு பலவகைப் பொருள்களைப் பயன்படுத்தி ஆக்க வேலையில் ஈடுபட பெரிதும் உதவுகின்றன.

7. நெகிழ்ச்சியும், பலவகை அனுபவ கோட்பாடு (Principle of Elasticity and variety)

கல்வி ஏற்பாடு மாணுக்கர்களது தேவைக்கும், சமுதாயத்தின் தேவைக்கும் ஏற்றவாறு நெகிழ்ச்சியும், இயங்கும் தன்மையும்

பெற்றிருக்க வேண்டும். இது மாணக்கர்களின் தனியாள் வேற்றுமைகளைக் கருத்தில் கொண்டு உருவாக்க வேண்டும். பலவகைப் பட்டச் செயல்கள், பலதிறப்பட்ட அனுபவங்கள் இடம் பெறல் வேண்டும். கல்வி ஏற்பாடானது சாதாரண மாணக்கனை அவன் நிலையினின்றும் உயர்த்தவும், மீத்திறன் கொண்டோரை ஊக்குவிக்கவும் செய்ய வேண்டும். மாணக்கர்களின் பலவகையான கவர்ச்சி, நாட்டங்கள் வெளிப்படவும், வளரவும் கல்வி ஏற்பாட்டில் வாய்ப்பு அளிக்க வேண்டும். ஒவ்வொரு மாணக்கனுக்கும் அவனுடைய தனித் தன்மை, தனிச்சிறப்புகள் போன்றவை முழு வளர்ச்சி பெற கல்வி ஏற்பாடு வகைச் செய்யவேண்டும்.

8. முழுமைப் பெறுதலான கோட்பாடு (Principle of integration)

மாணக்கரின் எதிர்கால தேவைகளையும், செயல்களையும், நாட்டின் தேவைகளையும் பெற முழுமையான நிலையை அடையச் செய்வதாகும். பள்ளிப்படிப்பு முடிந்த பின்னர், முழுமையாகப் பிறரைச் சார்ந்து வாழாமல் தனது அறிவுத்திறன், செயல்திறன், கைத்திறன் ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்தி வாழ்க்கை நடத்த அறிவியல் கல்வி உதவுவதாக அமையவேண்டும். பிற்கால வாழ்க்கைத் தொழிலுக்கு மாணக்கர்களை ஆயத்தம் செய்தலும், அறிவியல் கல்வி ஏற்பாட்டை உருவாக்கும்போது கருத்தில் கொள்ளவேண்டும். ஆகவே, தனியாளின் தேவை, சமூகத்தின் தேவை ஆகியவைகளைப் பூர்த்திச் செய்யும்வண்ணம் நன்கு சீராக்கப்பட்டு, சரியாக தரம் வகுக்கப்பட்டு விரிவான முறையில், ஏற்றவடிவில் அறிவியல் கல்வி ஏற்பாடு அமைத்தல் அவசியமாகும்.

கல்வி ஏற்பாடு இருவகைப்படும் : ஒன்று பாடப் பொருளினை மையமாக வைக்கப்பட்டதாகும் (subject matter curriculum). மற்றொன்று செயலை அடிப்படையாகக் கொண்டது (activity curriculum). பாடப் பொருளைக் கொண்டமைக்கப்பட்ட கல்வி ஏற்பாடு பாடப் பொருளின் தகவல்கள் இவற்றுடன் தொடர்புடையத் திறன் ஆகியவற்றை வலியுறுத்துவதாக அமைந்திருக்கும். பாடப் பொருளைக் கொண்டமைக்கப்பட்ட கல்வி ஏற்பாடுகள் உயர் வகுப்புகளுக்கு மட்டுமே பொருந்தும். இவற்றோடும் செயல்களும், செய்முறைக்கானப் பயிற்சிகளும் இணைக்கப்பட்டிருத்தல் அவசியமானதாகும். செயல்களை மையமாகக் கொண்டு அமைக்கப்பட்ட கல்வி ஏற்பாடுகள் குழந்தைகளது தேவைகள், ஆக்கச் செயல்களுடன் சேர்ந்து உண்டாக்கப் பட்டிருக்கும். இது ஆரம்பப்பள்ளி குழந்தைகளுக்கு அவசியமானது. : செய்து கற்றல் அல்லது அனுபவங்களின்றும் கற்றல் என்பது இவ்வகைக் கல்வி ஏற்பாட்டின் அடிப்படைக் கருத்தாகும். இதுதான் இயல்பான கற்றல் முறையும்

கூடவாகும். ரூசோ, பெஸ்டலாசி, பிரோபெல், ஜான் டூயி, காந்தி அடிகள் ஆகியோர்களது கல்விக் கருத்தும் அனுபவக்கல்வியை ஆதரிப்பதாகும். இதில் குழந்தைகளின் உடல், உள்ள செயல்களும், மற்றும் அமைப்புச் செயல்கள், பொருளறிவினைத் திரட்டும் செயல்கள், ஆக்கச் செயல்கள், பொழுதுபோக்குச் செயல்கள், சமுதாயச் செயல்கள் போன்றவைகளும் இந்த கல்வி ஏற்பாட்டில் உள்ளடங்கும்.

கல்வி ஏற்பாட்டிற்கானப் பொருளைத் தேர்ந்தெடுத்தல்

பாடப் பொருளைத் தேர்ந்தெடுக்கும்போது, சமுதாயத்தின் தேவை, அறிவியல் அறிவின் நிலை, அறிவியல் பயிலும் மாணாக்கரின் நிலை, ஆகியவற்றை முக்கியமாக கருத்தில் கொள்ளவேண்டும். இவைகள் சீரான அளவில் கவனம் பெறல் வேண்டும். ஆயினும் அறிவியலின் விரைவான வளர்ச்சியானது கல்வி ஏற்பாட்டின் நிலையானத் தன்மையைப் பாதித்து அடிக்கடி மாற்றவேண்டிய நிலையை ஏற்படுத்துகிறது. இவ்வாறு அறிவியலில் ஏற்படும் மாற்றங்களானது, சமுதாயத்தையும் தனி மனிதனையும் கூட பாதிக்கிறது. இம்மாற்றங்கள் மிக விரைவாக நடைபெறுவதை நாம் அன்றாட வாழ்விலும் காணலாம். சில காலத்தில் புதிய கண்டுபிடிப்புகளும் பழையனவாகும்; பிறகு காலம் கடந்தவையாக கருதப்படும். எனவே தான் அறிவியல் கல்வி ஏற்பாட்டை, மாணாக்கர்களின் அறிவியல் அறிவின் தரத்தை இன்றைய அளவு நிலைக்கு (up to date) கொண்டு வர உடனுக்குடன் மாற்றப்பட வேண்டியுள்ளது. முழுமைப் பெற்ற கல்வி ஏற்பாடு மொழி மற்றும் ஏனையப் பாடங்களுடன் அறிவியலையும் முக்கியமாகப் பெற்றிருக்க வேண்டும். பொது அறிவியலின் முக்கிய நோக்கமே ஒருவன் தன்னைப் பற்றியும், தன்னைச் சூழ்ந்துள்ளப் பொருள்களைப் பற்றியும் நன்கு அறிவதாகும். எனவே அறிவியலின் பலப் பிரிவுகளைப் பற்றிய அடிப்படை அறிவானது அவசியமாகிறது. பொது அறிவியல் பாட ஏற்பாடானது கீழ்க்கண்ட பிரிவுகளிலிருந்து முக்கியமான தொடர்புடைய தலைப்புகளைக் கொண்டிருத்தல் வேண்டும். அவை தாவரவியல், விலங்கியல், மண்ணூல் (Geology), வானநூல் (Astronomy), பௌதிகம், வேதியியல், புவியியல், ஆரோக்கியம், மனையியல், உடற்கூறு செல்லியல் போன்றவைகளாகும். பொது அறிவியலுக்கானப் பாடப் பொருளைத் தேர்ந்தெடுக்கும்போது சில முக்கிய தத்துவங்களைக் கருத்தில் கொள்ளவேண்டும்.

1. பாடப்பொருளானது அறிவியலின் முக்கியமான விரிவானக் கொள்கைகள், (Broad principles) கருத்துப் படிவங்களிலிருந்து (concepts) தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும்.

2. மாணாக்கர்களின் பல திறப்பட்ட வயது தொகுதியினருக்கும், அன்றாட வாழ்க்கைக்கும் கவர்ச்சியூட்டுவதாக இருக்கவேண்டும்.

3. சமுதாயத்தின் தேவைக்கு ஏற்றதாக இருக்கவேண்டும்.

4. உள்ளூர் சூழ்நிலைக்கு நெருங்கியத் தொடர்பும் கொண்டிருக்கவேண்டும்.

5. பாடப்பொருளானது வரையறைச் செய்யப்பட்ட நிபந்தனைகளான காலம், ஆசிரியர், துணைக் கருவிகள் போன்ற நிலையிலும் நல்ல முறையில் நடத்தப்படுவதாக இருக்கவேண்டும்.

மாணாக்கர்கள் அன்றாட வாழ்வில் சந்திக்கும் செய்திகள் அவர்களிடம் கவர்ச்சியை ஏற்படுத்தும். அவர்கள் வாழும் சூழ்நிலையில் காணப்படும் செய்திகளும் விருப்பத்தை ஏற்படுத்தும். இளம் பிள்ளைகளிடம் இயல்பாகக் காணப்படும் இயல்பூக்கங்களான திரட்டுக்கம், கட்டுக்கம் போன்றவைகள் நன்முறையில் செயல்படத். தக்க பகுதிகளும் கல்வி ஏற்பாட்டில் இடம்பெறல் வேண்டும், தோட்டம், உடல் நலம், வீடு, பொழுதுபோக்கு கலைகள், போக்கு வரத்துச் சாதனங்கள் போன்றவைகள் அவர்களை மிக்வும் கவரும் உயிரியல் பகுதிகளை சூழ்நிலையில் காணும் தாவரங்கள், விலங்குகள் பறவைகள், பூச்சிகளைக் கொண்டே விளக்கலாம்.

பாடப்பொருளை அமைத்தல்

சிறப்பான கற்றலுக்கு ஒழுங்கான அமைப்பு முறை அவசியமானது. இது கொள்கைகளையும் தத்துவங்களையும் மனப்பாடம் செய்வதா? அல்லது பயன்படுத்தி அறிந்துக் கொள்வதா? என்பதைத் தீர்மானிக்கிறது. உயிரியல் கற்பிப்பதன் நோக்கங்களையும் கல்வி ஏற்பாட்டின் கோட்பாடுகளையும், மாணாக்கர்களது நிலையையும் கருத்தில் கொண்டு, பாடப் பகுதிகளைத் தேர்ந்தெடுத்த பின்னர், பாடத் தலைப்புகளை ஒழுங்குப்படுத்தி கற்பிப்பதில் சில முறைகள் கையாளப் படுகின்றன.

வரலாற்று ஒழுங்கு (Chronological Order)

ஆரம்பக் காலத்திலிருந்து ஒரு பாட அறிவானது எவ்வாறு படிப்படியாக வளர்ச்சிப் பெற்றுள்ளதோ, அதே படிகளில் பாட திட்டத்தை அமைத்து கற்பிப்பதாகும். நிகழ்ச்சிகளையும், செய்திகளையும், அவை நிகழ்ந்த கால வரிசையாக அமைத்தலாகும். உயிரியல் பாடத்தில் உயிரியல் அறிஞர்களின் வரலாற்றையும் அவர்கள் கண்டுபிடித்த அறிவியல் கருத்துக்களையும் படிப்படியாகக் கற்பிக்க திட்டமிடுவதாகும். நுண்கிருமிகள் போன்ற பாடத்தைப்

பாஸ்ட்டர் வாழ்க்கையோடு இணைத்துக் கற்பிக்கலாம். கலப்பின முறைகளை மெண்டலின் வாழ்க்கையோடு இணைத்து கற்பிக்கலாம். காலத்தால் முதலில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட அறிவியல் உண்மைகளை முன்னும், தொடர்ந்து கண்டு பிடிக்கப் பட்டவைகள் பின்னும் வரிசை வாரியாகக் கற்பிக்கலாம்.

உளவியல் ஒழுங்கு (Psychological Order)

இது உளவியல் தத்துவங்களை அடிப்படையாகக் கொண்டது. மாணுக்கர்களிடம் கவர்ச்சி ஏற்படுத்தக் கூடிய, தலைப்புகளைத் தேர்ந்தெடுத்து, அவற்றை மையமாகக் கொண்டு பாடப் பொருளை அமைத்தலாகும். இது கவர்ச்சிக் கொள்கையையும் அப்டிபடையாகக் கொண்டதாகும். அப் பொருள்கள் மாணுக்கர்கள் வாழும் சுற்றுப்புற சூழ்நிலைகளிலிருந்தும், அன்றுட வாழ்க்கைக்குத் தேவையானவைகளாகவும், செய்தித்தாள்களில் அடிக்கடி காணப்படும் பொருள்களாகவும் இருக்கலாம். இப்பாடங்களை மாணுக்கர்கள் கற்கும்போது அறிவியல் விதிகளை அறியச் செய்யலாம். இம் முறையில் மாணவனின் கவர்ச்சிக்கும், அறிவு வளர்ச்சிக்கும் ஏற்ப பாடப்பொருள்கள் அமைக்கப்படுகின்றன. இவ்வாறு அமைக்கப்படும்போது மாணுக்கர்களின் சிந்தனையானது தூண்டப்படுகிறது. பாடங்களை அமைக்கும்போதும் எளிமையிலிருந்து கடினமானவை, என்றக் கொள்கைப்படி முதலில் எளிதில் விளங்கக் கூடியதும், குழப்பமில்லாததுமான பாடங்களையும்; கடைசியில் சிரமமானதும் சிக்கலான பிரச்சனைக் கொண்டதையும் அமைக்கலாம். இவ்வொழுங்கில் மாணுக்கர்களின் கவர்ச்சி, மனநிலை, அனுபவம் முக்கியமாக எடுத்துக் கொள்ளப்படுகின்றன. செயல் திட்டமுறை, தானே கண்டறிமுறை போன்றவை களில் இக்கொள்கையானது அடிப்படையாக அமைந்துள்ளது.

பாடப்பகுதி ஒழுங்கு (Sectional arrangements)

கல்வி ஏற்பாட்டில் கற்பிக்கப்பட வேண்டியப் பாடப் பொருளைத் தேர்ந்தெடுத்தபின்னர், தொடர்புடைய, குறிப்பிட்ட பாடத் தலைப்புகளைச் சேர்த்து, பலபகுதிகளாகப் பிரித்து அறிவியல் கல்வி ஏற்பாடு வகுப்பதாகும். இதனுல் தொடர்புடைய பாடத் தலைப்புகள் ஒரே பிரிவில் இருப்பதால் கற்றல் எளியதாகவும், தொடர்புடையதாகவும் அமைகிறது. எடுத்துக்காட்டாக உயிரியலில் வகைப்பாடுகளை, உயிரிகளின் வகைகள், நுண்ணுயிரி வகைகள், தாவரங்களின் வேறுபாடுகள், விலங்குகளின் வேறுபாடுகள், மனித இனம், உயிரினங்களில் காணப்படும் ஒற்றுமைகளும் பரிணுமமும் என்பதை ஒரே பகுதியாகவும் இனப்பெருக்கம் என்ற பகுதியில் தாவரம், விலங்குகளின் இனப் பெருக்கத்தையும் குறிப்பிட்ட வகுப்பிற்கான உயிரியல் பாடமாகப் பிரிக்கலாம். இதனைப்

பாடப்பகுதி ஒழுங்கென வழங்கப்படுகிறது. ஒவ்வொரு பகுதியிலும் காணப்படும் உட்பிரிவும் பல பாடத் தலைப்புகளைக் கொண்டிருக்கும், இப்பாடத் தலைப்புகளின் விளக்கமானது குறிப்பிட்ட வகுப்பு மாணுக்கரின் அனுபவம், வயதுக் கேற்றவாறு அமைந்திருக்கும். மேலும் அறிவியல் பாடத்திட்டத்தில் பாடப் பொருளோடு மட்டும் அல்லாமல் மாணுக்கர்கள் செய்து பார்க்க வேண்டியவை, ஆசிரியர் செய்துகாட்ட வேண்டியவை மற்றும் பாடத்தலைப்பு சம்பந்தமாக வகுப்பறைக்கு வெளியே உள்ள செயல்களையும் குறிப்பிடல் வேண்டும்.

பொதுமைய வட்ட ஒழுங்கு
(Concentric pattern of arrangements)

ஒரு புள்ளியை, மையமாகக் கொண்டு, பல வட்டங்களை விரிவான நிலையில், வரைந்துக் கொண்டே செல்வதுபோன்று மாணுக்கர்களுக்கு உயிரியலில் கற்பிக்க தக்கப் பாடப்பொருள் முழுவதையும் ஒவ்வொரு வகுப்பிலும் கற்பிக்கத் திட்டமிட்டுச் செய்வதாகும். முதல் ஆண்டில் சில அடிப்படையான முக்கியச் செய்திகளை மேலெழுந்த வாரியாகக் கற்பித்து, சில விரிவான கூறுகளை அதற்கடுத்த வகுப்பிலும், அதே பொருளைக் கற்பித்தலில் அதிக விபரங்களையும், நுட்பங்களையும் மேலுள்ள வகுப்பிலுமாகத் தொடர்ந்து கற்பித்தலைப் பொதுமைய வட்ட ஒழுங்கு என்ப்படும். எனவே இதன்படி பாடத்திட்டத்தைப் பல ஆண்டுகளுக்குக் கற்பிக்கும் முறையாக்கிக் கொள்வதாகும். ஆரம்ப நிலையில், பாடப் பகுதிகளின் முக்கியத் தலைப்புகளைக் கூறி, பிறகு அடுத்து வரும் ஆண்டுகளில் மாணுக்கரின் மனவயது, வளர்ச்சிக்கு ஏற்ப பொருளை விரிவாக்கி கற்பிக்கப் படுகிறது. இவ்வாறு பாட அறிவானது வட்டமுறையில் சிறிதுசிறிதாக தலைப்புப் பற்றிய கருத்துக்கள் அனைத்தும் கற்பிக்கும் வரையில் வளர்ந்து வருவதாகும். இம் முறையானது பாடப்பொருளை முதல் நிலையிலேயே மிகவும் விரிவாக கற்பிக்க இயலாது என்ற கருத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டது. இம் முறைப்படி ஒரு தலைப்பைப் பற்றி மாணுக்கர்கள் மீண்டும், மீண்டும் படிக்கின்றனர் என்ருலும் மேல் வகுப்பிற்குச் செல்லச் செல்ல அதன் ஆழமும் பரப்பும் அதிகரிக்கின்றன. இவ்வொழுங்கு மாணுக்கர்களின் மன வளர்ச்சிக்கு ஏற்றவாறு அமைகிறது என்று உளவியல் அறிஞர்கள் கருதுகின்றனர். கீழ் வகுப்பு மாணுக்கர்களுக்கு இயற்கைப் பாடத்திட்டம் அமைக்கும் போது இம்முறையைப் பின்பற்றிவது மிகவும் ஏற்றதாகும். நடுநிலை, உயர்நிலைப் பள்ளிகளின் உயிரியல் பாடத்திட்டத்திலும் இவ்வொழுங் கானது கையாளப் பட்டுள்ளதை பாடத்திட்டத்தை ஆராயும்போது காணலாம். உயிரினங்களின் வேறுபாடுகள், இயக்கம். இனப்

பெருக்கம், சுவாசித்தல், இரத்த ஓட்ட மண்டலம், கழிவு மண்டலம், உணவு - வாழும் சூழ்நிலையை ஆராய்தல், இயற்கைப் பொருளை மனித வாழ்வுக்கு பயன்படுத்துதல் போன்ற தலைப்புகளில், உயர் நிலைப் பள்ளி பாட அமைப்பில் தகவல்களானது தொடர்ந்து வளர்ச்சிப் பெற்று விளக்கம் பெறுமாறு அமைந்துள்ளதை நாம் காணலாம். எடுத்துக்காட்டாக தற்போதுள்ள உயர்நிலைப் பள்ளி உயிரியல் பாடத் திட்டத்தில் ஆறும் வகுப்பில் உயிரினங்களின் வேறுபாடு என்பதில் நுண்ணுயிர்களைப் பற்றிச் சுருக்கமான அடிப்படை அறிவும், தாவரங்களின் பலவகைகளும் விலங்குகளில் பல்வகைகளும் கூறப்பட்டுள்ளன. மனிதர்களில் காணப்படும் ஐந்து வகை இனம் பற்றிய குறிப்பும் உள்ளது. ஏழாம் வகுப்பில், பல வகைச் சூழ்நிலைகளான தோட்டம், குளம், கடல், ஆழ்கடல், மலை, பாலை, நாடு என பல இடங்களில் வாழும் பலவகையான தாவரங்கள், பிராணிகளைப் பற்றி, கீழ் வகுப்பில் கற்றதைவிடச் சற்று விரிவாகவும் தொடர்புபடுத்தியும் கூறப் பட்டுள்ளது. எட்டாம் வகுப்பில் மீண்டும் உயிரிகளின் வகைகள், நுண்ணுயிரி வகைகள், தாவரங்களின் வேறுபாடுகள், விலங்கு களின் வேறுபாடுகள், மனித இனம், தாவரத்தின் ஒவ்வொரு வகைக் கும் உதாரணம் பிராணிகளின் ஒவ்வொரு தொகுதிக்கும் எடுத்துக் காட்டு போன்றவை விரிவாகக் கூறப்பட்டுள்ளதைக் காணலாம். தாவரங்களின் இனப்பெருக்கம், விலங்குகளின் இனப்பெருக்கம் போன்றவை மீண்டும் ஒன்பதாம் வகுப்பில் கீழ் வகுப்பில் படித்ததை (ஆறும் வகுப்பில்) த் தொடர்ந்து அகன்றும், ஆழமாக வும் விளக்கப்பட்டுள்ளது. இஃதே போன்று உயர்நிலைப் பள்ளி நிலையில், உணவு, ஜீரண மண்டலம் போன்ற பாடத்தை பொதுமைய வட்டமுறையில் கற்பிக்கையில் முதலாண்டு பல்வேறு உணவுப் பொருள்களையும் அடுத்து உணவுப் பாதையும் அதனுடன் இணைந்த சுரப்பிகள் என்றும், பிறகு நாம் உண்ணும் உணவுகள் எவ்வாறு பல்வேறு நொதிப்பொருள்களால் ஜீரணிக்கப்பட்டு எளியப் பொருளாக மாற்றப்படுகிறது, பல்வேறு நொதிப் பொருள்கள், அவை ஜீரணிக்கும் உணவுப் பொருள்கள், பின்னர் கிடைக்கும் பொருள் கள், உட்கிரகித்தல், தன்மயமாதல் போன்றவைகளை ஆண்டுக் காண்டு மாணக்கர்களின் அறிவு வளர்ச்சிக்கு ஏற்றவாறு விரி வாக்கிக் கற்பிக்கலாம்.

பொதுமைய ஒழுங்கில் 'பாடத் திட்டத்தை அமைப்பதால் பல பயன்கள் உண்டாகின்றன. இம்முறையானது கற்பித்தல் கொள்கையாகிய முழுவதிலிருந்து பகுதிக்குச் செல்லுதல், எளியதி லிருந்து சிக்கலுக்குச் செல்லுதல் என்ற கொள்கையை அடிப்படை யாகக் கொண்டது. மேலும் எல்லாப் பாடங்களும் ஒரே சமயத்தில்

ஆரம்பிக்கப்பட்டு அவைகள் படிப்படியாக வளர்ச்சிப்பெறச் செய்ய இடம் உள்ளது. இதனால் ஒரு பொருளை நன்கு கற்பித்த பின்னரே வேறு பொருளுக்குச் செல்ல முடிகிறது. இம்முறையில் பாடப் பொருளை உளவியல் கருத்துக்களை ஒட்டியும் காரணக் காரியத் தொடர்புடனும் அமைத்துக் கொள்ளமுடிகிறது. மாணக்கர்களின் கவர்ச்சிக்கு ஏற்ற முறையில் பொருள்களை எடுத்துக் கொண்டு கற்பிக்க வாய்ப்பு உள்ளது. பாட ஆரம்பத்தில் பாடம் பற்றிய முழு வடிவத்தை சுருக்கமாகக் கூறப்படுகிறது. அடுத்த ஆண்டுகளில் அதன் ஒவ்வொரு பகுதியும் மாணக்கரின் வயது, மன வளர்ச்சி ஆகியவற்றிற்க்கு ஏற்றவாறு விரிவாக கற்பிக்கப்படுகிறது. இவ்வாறு செய்வதால் ஆரம்ப நிலையிலேயே சிக்கலானவற்றைக் கூறி அவர்களின் ஊக்கக் குறைவு ஏற்படுவது தவிர்க்கப்படுகிறது. அதற்கு மாருக ஆர்வமானது தூண்டப்படுகிறது. அதோடு ஒவ்வொரு ஆண்டும் கடந்த ஆண்டு அல்லது ஆண்டுகளில் கற்றதை மீள் பார்வைச் செய்யும் வாய்ப்பும் ஏற்படுகிறது. ஏற்கனவே படித்த பாடத் தலைப்புகளின் கீழ் மீண்டும் பாடங்களை விரிவாகக் கற்கப்படுவதால் முன் கற்ற அறிவு நன்கு பயன் படுத்தப் படுகிறது. முன்பு அறிந்தவற்றிற்கும், தற்போது கற்கும் பாடத்திற்கும், தொடர்பு ஏற்படுவதால் படிக்கும் பாடத்தை மாணக்கர்களால் நன்கு அறிந்து கொள்ள முடிகிறது. மாணக்கர்களது அறிவு வளர்ச்சியையும், அனுபவ வளர்ச்சியையும் ஒட்டி ஒரே பாடப்பொருள் பற்றிய செய்திகளானது படிப்படியாக மிகுதியாகக் கொடுக்கப்படுவதால் மாணக்கர்கள் விரிவான, ஆழமான பாட அறிவைப் பெற முடிகிறது.

இதில் காணப்படும் சில குறைபாடுகளாவன : இவ்வொழுங்கில் கற்பிக்கையில் பாடத்தை மீண்டும், மீண்டும் கற்பிக்கும் வாய்ப்பும், பாடத்தில் புதுமை இன்மையால் கவர்ச்சிக் குறைவும் ஏற்பட வாய்ப்பு உண்டு. எனவே ஒவ்வொரு முறையும் புதிய பிரச்சனைகளை உண்டாக்கி மாணக்கர்களிடம் ஆர்வம் ஏற்படச் செய்யும் திறமையான ஆசிரியர்கள் தேவை. இம்முறையில் கற்பிக்கும் ஆசிரியர் கூற வேண்டியவை அனைத்தையும் முதலாண்டிலேயேக் கூறி பாடக் கவர்ச்சியை குன்றச் செய்யாது பார்த்துக் கொள்ளல் வேண்டும். ஒவ்வொரு வகுப்பிற்கான பாடத் திட்டத்திலும் தாவரம், பிராணி நூல், உடற் கூறு நூல், சுகாதாரம், பௌதிகம், இரசாயனம் போன்றப்பல பிரிவுகளிலிருந்து பாடப் பொருள்கள் சேர்க்கப் பட்டிருப்பதால் ஆசிரியரின் பாட அறிவு பரந்த நிலையில் இருத்தல் தேவைப்படுகிறது. ஒவ்வொரு தடவை கற்பிக்கும்போதும் அதிகச் செய்திகளைக் கொண்டதும், நுணுக்க முள்ளதுமான பாடப் பகுதியைத் திரட்டுவது ஆசிரியருக்குக் கடினமான ஒன்ருகும்.

மேலும் இம்முறைப்படி அமைந்த பாடத்தைப் பல வகுப்புகளுக்கும் ஒரே ஆசிரியர் கற்பித்தல் நடைமுறையில் கடினமானதாகும். வகுப்பிற்கு வெவ்வேறு ஆசிரியர்கள் இருப்பதால் முதல் ஆண்டு அதிக தகவல்களையும் அடுத்த ஆண்டு மேல் வகுப்பில் குறைவாக வும் கற்பிக்க வாய்ப்பு ஏற்படலாம்.

கீழ் வகுப்பிலிருந்து பாடங்களைத் தொடர்ந்து கற்பிக்கும் வாய்ப்பை ஒரே ஆசிரியருக்குக் கொடுத்தால் இம்முறையை பயனுள்ளதாகச் செய்யலாம். ஆசிரியர் தொடர்ந்து இருந்தும், திறமையுள்ளவராகவும் இருந்தால் இதனை எந்த வகுப்பிற்கும் வெற்றிகரமாகச் செய்து முடிக்கலாம்.

இவ்வாறு சில ஒழுங்குகளை ஒட்டி பாடத் தலைப்புகளைப் பிரிப்பதோடு அறிவியலில் உள்ள பலகிளைகளை இணைக்கும் வேறு மூன்று வகைகளாகவும் பிரிக்கலாம். அவை: (1) சூழ்நிலை மையப் பாடங்கள், (2) வாழ்க்கை மையப் பாடங்கள், (3) செயல்மையப் பாடங்கள் எனலாம்.

1. சூழ்நிலை மையப் பாடங்கள்

மாணாக்கர்கள் வாழும் சூழ்நிலையில் காணப்படும், உயிரினப் பொருள்கள், அனுபவம் மற்றும் ஏனையப் பொருள்களின் அடிப் படையில் இருக்கும். அவர்கள் வாழும் சூழ்நிலையில் காணப்படும் பொருள்கள், நிகழ்ச்சிகளில் கவர்ச்சிக் கொள்ளுதல் இயற்கையே ஆகும். அதனைப்பற்றி அறியவும், விரும்பம் கொள்ளுவார் களாகையால் சூழ்நிலையை ஒட்டிய பாடத் தலைப்புகள் அமைத்து அறிவியல் பாடம் கற்பிக்கலாம்.

உதாரணம்: 1. வாழ்க்கைக்குத் தேவையான தாவரங்களும், பிராணிகளும், 2. தாவர உணவுகள், 3. தண்ணீர்-வாழ்க்கைக்கு அவசியமான பொருள் போன்றவை.

மேலும் மாணாக்கர்கள் வாழுமிடத்தில் கிடைக்கும் விளைப் பொருள்கள், பண்ணைகள், நடைபெறும் தொழில்களை ஒட்டியும், உற்பத்திப் பொருள்களை ஒட்டியும் அமைக்கலாம்.

2. வாழ்க்கை மையப் பாடங்கள்

அறிவியல் கருத்துக்களைப் பயன்படுத்தி நமது அன்றாட வாழ்வில் பல பொருள்களைக் கையாள்கிறோம். அறிவியல் பாடமானது தங்கள் நல்வாழ்விற்கு அவசியம் என்பதை உணர்ந்தால்தான் மாணாக்கர்

களுக்கு கற்பதில் விருப்பம் ஏற்படும். எனவே பொது அறிவியல் பாடங்களை வாழ்க்கை மையப் பாடங்களாக அமைத்துக் கற்பிக்கலாம்.

உதாரணம் : 1. நமது உணவுகள், 2. நாம் வசிக்கும் வீடு, 3. நமது உடைகள், 4. நோயினின்றும் எவ்வாறு காத்துக் கொள்வது, 5. நாம் பயன்படுத்தும் எந்திர சாதனங்கள், 6. நமது போக்குவரத்து வசதிகள் போன்றனவாகும்.

3. செயல் மையப் பாடங்கள்

அறிவியல் பாடமானது செயலை மையமாகக் கொண்டிருத்தல் அவசியமானதாகும். இது பாட அறிவை பெருக்குவதோடு, கைத் திறன்கள் வளரவும், வளமான வாழ்வுக்கு வகைச் செய்யவும் பயன் படுகிறது. மாணாக்கர்களும் செய்முறை வேலையில் மிகுந்த ஆர்வம் காட்டுவார்கள். இவ்வாறு அமைக்கும் பாடத்திட்டம் மிக எளிய முறையில் பாடம் கற்பிக்க பெரிதும் உதவும். செயலை மையமாகக் கொண்டு, பெறும் அறிவானது நிலையானதாகவும் இருக்கும். பள்ளித் தோட்டவேலை, பள்ளி அருங்காட்சி அகத்திற்கு தேவையான பொருளைத் திரட்டுதல், நீர்வாழ் பொருட்காட்சியகம், நிலவாழ் சிறு பிராணிகளை வளர்த்தல் போன்றவை இவற்றுள் சிலவாகும்.

பலவயது நிலைக்கான பாட அமைப்பு

பள்ளி பருவ மாணாக்கர்களை மூன்று பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். அவை : ஆரம்பநிலை அல்லது தொடக்கநிலை, உயர் ஆரம்ப நிலை அல்லது நடுநிலை, மற்றும் உயர்நிலைப் பள்ளிநிலை எனவாகும்.

ஆரம்ப நிலை

இப் பருவத்தில் அறிவியலானது பொது அறிவியலாக இருப்பது சிறந்ததாகும். பத்து அல்லது பதினோரு வயதிற்கு உட்பட்ட நிலையில் மாணாக்கர்கள் மன முதிர்ச்சி அடையாத நிலையில் இருப்பதால், அறிவியலின் பல பிரிவுகளின் ஆரம்ப கருத்துக்களை மட்டும் கொண்டிருந்தால் போதுமானதாகும். பாடமானது இயற்கையைப் பற்றியும், பொதுவாகக் காணக்கூடியப் பொருள்களைப் பற்றியதாகவும் இருக்கவேண்டும். இப் பருவத்தில் அறிவியல் கற்பிப்பதன் நோக்கமானது அவர்களைச் சுற்றியுள்ள பொருள்களை உற்று நோக்கச் செய்யவும், பரிசோதனைகள் செய்வதற்கு வழி ஏற் படுத்துவதாகவும், தாமே கண்டறிய வாய்ப்புகள் நல்குவதாகவும்

அறிவியல் விருப்பூக்கத்தைத் தூண்டுவதாகவும் இருக்கவேண்டும். இயற்கைப் பாடத்திலும், சமுதாய மற்றும் பௌதிக சூழ்நிலையில் கவர்ச்சி ஏற்படுத்துவதாகவும் இருக்கவேண்டும். இப் பருவத்தில் சில அறிவியல் அறிஞர்களின் வாழ்க்கையில் நடைபெற்ற சிறப்பு நிகழ்ச்சிகளை அறிமுகப்படுத்தலாம். சுகாதார பழக்க வழக்கங்களை உருவாக்குவதாக அமைய வேண்டும். புலப்பயிற்சிக்கு மிகுந்த வாய்ப்பு அளிக்குமாறு இருக்கவேண்டும். கல்வி ஏற்பாடானது இந்நோக்கங்களின் அடிப்படையில் தயாரிக்கவேண்டும். முதலிரு வகுப்புகளில் சுத்தம், சுகாதாரத்தைப் பற்றிக்கூறி அடுத்துள்ள வகுப்புகளில் இதனை வற்புறுத்துவதோடு தன் ஆரோக்கியம், துப்புரவு போன்றவைகளில் அதிக முக்கியத்துவம் தரவேண்டும். குழந்தையானது தான் வாழும் சூழ்நிலையில் உள்ள தாவரங்கள்' பிராணிகள், குடிக்கும் நீர், சுவாசிக்கும் காற்று, போன்றவற்றை நன்கு அறிந்துக் கொள்ளவும், பள்ளித் தோட்டவேலையில் பங்கு பெறவும் ஊக்குவிக்க வேண்டும். பள்ளித் தோட்டமானது நேரடி அனுபவத்திற்கு பெரும் பயன் விளைவிக்கும்.

நடுநிலை அல்லது இடைநிலை

இது சுமார் பதினொன்று முதல் பதிமூன்று வயதுவரை உயர் நிலைப் பள்ளியின் கீழ் வகுப்புகளில் படிக்கும் மாணாக்கர்களுக்கான கல்வியாகும். தொடக்க நிலையில் பெற்ற அனுபவம் செயல்கள் ஆகியவற்றிலிருந்து பொது அறிவியல் பாடம் ஆரம்பிக்கலாம். இந் நிலையில் பௌதிகம், வேதியியல் போன்ற பாடங்கள் அறிமுகப் படுத்தப்படும். உயிரியல், சுகாதாரம், உடற்கூறு செல்லியல், மனையியல், பௌதிகம், வேதியியல் ஆகியவற்றிலிருந்து தொடர் புள்ள, தகுதி வாய்ந்த தலைப்புகளில் பாடம் கற்பிக்கப்படும். நடுநிலைக் கல்வியோடு பள்ளியைவிட்டு நீங்குபவர்களுக்கு அறிவியல் கற்பதில் இதுவே கடைசி வாய்ப்பாகையால் பாடத்திட்டமானது விரிவானதாகவும், முழுமைப் பெற்றதாகவும் இருக்கவேண்டும். பள்ளியிலும் வெளியிலும் அவர்கள் ஓய்வு நேரங்களைப் பயனுள்ள துறைகளில் கழிப்பதற்கேற்ற அறிவியல் பொழுதுபோக்கு கலைகளி லும், விருப்பத்தை வளர்த்து விடல் வேண்டும். வகுப்பறைப் போதனையுடன் தனியாள் ஆய்வக வேலை, செயல் திட்டங்கள், குழுவேலைகளும் இடம் பெறல் வேண்டும்.

உயர்நிலை

நடுநிலை அளவில் மாணாக்கர்கள் பெற்ற அறிவியல் அறிவை மேலும் விரிவாக்கி, ஆழமாக்கிக் கொள்வதே உயர்நிலைப் பள்ளிக் கல்வியின் நோக்கமாகும். இந் நிலையில் அறிவியல் போதனை

யானது இரு நோக்குகளைக் கொண்டிருக்கும். அவை : (1) எல்லோ ருக்கும் பொதுவான கட்டாய பொது விஞ்ஞானம், (2) விருப்பப் பாடமான உயிரியல், பௌதிகம், வேதியியல் போன்ற சிறப்புப் பாடம் ஆகும். பொது அறிவியலானது கீழ்க்கண்ட அறிவியல் பிரிவு களிலிருந்து பொருத்தமான தலைப்புகளைத் தேர்ந்தெடுத்து கீழ் வகுப்புகளில் கற்றவைகளின் அடிப்படையில் அமைக்கப்படும். அவை : உயிரியல், ஆரோக்கியம், உடற்கூறு, செல்லியல், மனை யியல், பௌதிகம், வேதியியல், புவியியல், வானநூல் போன்றவை யாகும். பொதுவான முறையில் பாடக் கருத்தோடு, செய்முறைப் பயிற்சியும் வற்புறுத்தப்படும்.

மாணாக்கர்களின் கட்டூக்கம், திரட்டூக்கம், விருப்பூக்கம் போன்றவை வளர அறிவியல் இணைச் செயல்களுக்கு வாய்ப்பானது ஏற்படுத்தப்படும். அறிவியல் சிறப்புப் பாடமானது பௌதிகம், உயிரியல், வேதியியல் போன்றவைகளைக் கொண்டிருக்கும். இப் பாடப் பொருளானது மாணாக்கர்கள் தொடர்ந்து படிக்கச் செல்லும் சிறப்பு தொழிற் படிப்பின் தேவைக்கும், பிற்கால வாழ்க்கையான தொழிலுக்கும் ஏற்றதாக இருக்கும். தேர்ந்தெடுக்கப்படும் பாடப் பொருளானது தொடர்பற்ற கொள்கைகளையும், தத்துவங்களையும் கொண்ட சேர்க்கையாக இல்லாமல் தொடர்புடையதாக, முழுமையான நிலையில் அமைக்க வேண்டும். சூழ்நிலையிலிருந்தும் அன்றாட வாழ்க்கையிலிருந்தும் எடுத்துக்காட்டுகளைக் கையாண்டு, உண்மையான வாழ்க்கைத் தொடர்புடையதாகச் செய்யவேண் டும். பாடங்களின் ஒன்றியத் தன்மையை விளக்க மாணாக்கர்களின் அனுபவத்திலிருந்தே பொருள்களை அமைத்தும், இணைத்தும் கற் பிக்குமாறும் தயாரிக்க வேண்டும்.

உயர்நிலைப் பள்ளி உயிரியல் புதிய பாடத் திட்டத்தை ஆராய்தல்

உயர்நிலைப் பள்ளிக்கான உயிரியல் பாடத்தைக் கூர்ந்து கவனித்துப் பார்த்தால், பாடப் பொருளைத் தேர்ந்தெடுத்தலும், அவற்றை எவ்வாறு உளவியல் ஒழுங்கிற்கேற்ப, வளர்ச்சி வரலாறு வாரியாக, பொது மைய முறையில், பாடப்பொருள்கள் வளர்ச்சி செய் யப்பட்டு வந்துள்ளன என்பதைக் காணலாம். எடுத்துக்காட்டாக ஆறும் வகுப்பில், உயிரினங்களின் வேறுபாடுகள், தாவரங்களில் பல வகை, விலங்குகளில் பலவகைகள் எனவும், நுண் உயிரிகளான வைரஸ், பாக்டீரியா, மற்றும் பலவகையான தாவரங்கள், விலங்குகளில் முதுகெலும்பு இல்லாதவை, முதுகெலும்பு உள்ளவை எனப் பிரித்தும், ஒவ்வொரு தொகுதியிலிருந்தும் சில உதாரணங்

களாகவும் அறிமுகப்படுத்தப் பட்டுள்ளன. இவைகள், மீண்டும் விரிவான முறையில் எட்டாம் வகுப்பில் லின்னேயஸின் உயிரின வகைபாடு முறைகளை அறிமுகப்படுத்தி, இரட்டைப் பெயரின முறையோடு, பிராணி, தாவரங்களின் தொகுதிகளும் உட்பிரிவு களும் விளக்கப்பட்டு, ஒவ்வொரு தொகுதியிலிருந்தும் உதாரண மானது மேலும் விரிவாக விளக்கப்பட்டுள்ளதைக் காணலாம். ஆரும் வகுப்பில் தாவரம், விலங்குகளின் இனப் பெருக்கம், சுருக்க மாக கூறப்பட்டு, ஒன்பதாம் வகுப்பில் தாவரங்களில் காணப் படும் விதையிலாப் பெருக்கம் அல்லது கலவாப் பெருக்கம் கூறியும், தாழ்ந்த தாவரங்களான, ஆல்கா போன்றவைகளில் எவ்வாறு நடைபெறுகிறதும், மற்றும் பல்வேறு விதையிலா தாவரப் பெருக்கமும் விளக்கப்பட்டுள்ளது. கலவிப் பெருக்கத்தால் தாவரங்களில் ஏற்படும் மகரந்தச் சேர்க்கை, அதன் வகைகள், அதற்குதவும் சாதனங்கள், கருவுறுதல் போன்றவை மிகவும் தெளி வாக, பால் கல்வி கருத்துகளுக்கு அடித்தளமாக விளக்கப் பட்டுள்ளன. ஆரும் வகுப்பில் அறிமுகப் படுத்தப்பட்ட பலவகைத் தாவரங்கள், விலங்குகள், எவ்வாறு பல்வேறு சூழ்நிலைகளில் வாழ்கின்றன என்பதைத் தாவரங்களின் தக அமைப்புகள், பிராணி களின் தகவமைப்புகள், என்ற தலைப்பில் மீண்டும் ஏழாம் வகுப்பில் அறியுமாறு அமைக்கப்பட்டுள்ளன. ஆரும் வகுப்பில் அறிமுகப் படுத்தப்பட்ட நுண் உயிரிகளான வைரஸ், பாக்டீரியா, காளான் போன்றவை எட்டாம் வகுப்பில் தொடர்ந்து சுருக்கமாக கூறப் பட்டு மீண்டும் பத்தாம் வகுப்பு நிலையில் மிகவும் விரிவான நிலையில் அவைகளைப்பற்றி அறிய அமைத்திருத்தலைக் காணலாம். அவை ஒவ்வொன்றும் மக்களின் சுகாதார வாழ்வில் எவ்வளவு தொடர்பு கொண்டுள்ளன என்பதையும் அறியும் வகையில் விளக்கப் பட்டுள்ளது. அதேபோன்று எட்டாம் வகுப்பில் தாவரசெல், விலங்கு செல்கள், சுருக்கமாக அறிமுகம் செய்யப்பட்டு பத்தாம் வகுப்பு நிலையில் அதாவது பள்ளி இறுதி வகுப்பு நிலையில், செல் கொள்கை, தோற்றம், செல்லினுள் காணப்படும் நுண் அமைப்புகளும் அவற்றின் வேலைகளும், செல்லைப் பற்றிய நவீன கருத்துக்கள் போன்றவை விரிவாக அறியுமாறு அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இதனைத் தொடர்ந்து, செல்லின் அமைப்பை அறிய அவசியமான கருவியான நுண்பெருக்காடி அறிமுகப்படுத்தப்பட்டு விளக்கப்பட்டுள்ளது. நுண்பெருக்காடியின் வகைகள், பயன்களை உயிரியல் மாணவர் களுக்கு குறிப்பாக தொடர்ந்து உயிரியலை படிக்க இருப்பவர்கள் அவசியம் அறிந்துக் கொள்ள வேண்டிய கருவியாகும். செல் பிரி தலும், அதன் வகைகளும் கூறப்பட்டு, உடல் வளர்ச்சிக்கு அதன் அவசியமும் கூறப்பட்டுள்ளது. தாவரங்களாலும், பிராணிகளாலும் பெறக் கூடிய பல்வேறு பயன்கள், அவைகளின் பொருளாதாரச்

சிறப்புகள், பத்தாம் வகுப்பில் தெளிவாகப் படிக்க பாடத்திட்டம் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. உடல் செல்லியல் பல மண்டலங்கள், எட்டாம் வகுப்பில் உணவு, இரத்த ஓட்ட மண்டலமும், ஒன்பதாம் வகுப்பில், எலும்பு மண்டலம், தசை மண்டலம், சுவாச மண்டலம், கழிவு மண்டலம், இணை உறுப்பு மண்டலம், விலங்குகளின் இனப் பெருக்கம் போன்றவைகளும் கூறப்பட்டுள்ளன. இவ்வாறு உயிரியலின் பாடப் பொருள்கள் படிப்படியாகவும், மாணுக்கர்களின் வயது, அனுபவத்திற்கு ஏற்பவும் விரிவாக்கப்பட்டு, தேவையான பாட அறிவையும், கற்றல் அனுபவங்களையும், முழுமையான நிலையில் உயர்நிலைப் பள்ளி இறுதி வகுப்பிற்குள் பெறுமாறு அமைக்கப் பட்டுள்ளதை அறியலாம். இந்நூலின் பிற்சேர்க்கையில், ஆறு முதல் பத்து வகுப்பிற்கான உயிரியல் புதிய பாடத் திட்டம் கொடுக்கப் பட்டுள்ளது. மாணுக்கர்கள் அதனைக் கண்டு மேலும் தெளிவு பெறுவாராக.

விஞக்கள்

1. கல்வி ஏற்பாடு அமைத்தலின் முக்கிய கோட்பாடுகள் யாவை? பொதுமைய வட்ட அமைப்புப் பற்றி உயர்நிலைப் பள்ளி உயிரியல் பாட பகுதியிலிருந்து ஆதாரம் காட்டி விளக்குக.

2. கல்வி ஏற்பாட்டிற்கான பொருளைத் தேர்ந்தெடுத்தலையும், பாடப்பொருளை அமைத்தலையும் விளக்குக.

3. முன்னேற்ற நிலையில் உள்ள கல்வி ஏற்பாட்டின் சிறப்பு அம்சங்கள் யாவை?

4. பாட ஏற்பாடு என்றால் என்னவென்பதை விளக்கி, பாட ஏற்பாடு பற்றிய அடிப்படை கொள்கைகளை விளக்கு.

7. கற்பித்தலுக்கான துணைக் கருவிகளும் போதனை சாதனங்களும்

(Teaching Aids and Instructional Materials)

கற்பித்தலுக்கான துணைக்கருவிகள்

கற்பித்தலானது பயனுள்ள வகையிலும் கவர்ச்சியாகவும், திடமாகவும் அமைய காட்சிக் கேள்வித் துணைக்கருவிகள் அவசியமாகின்றன. புலன்களின் வழியாகப் பெறும் அனுபவங்களே அறிவு வளர்ச்சிக்கு அடிப்படையாக அமைகின்றன. அறிவு வளர்ச்சியானது ஐம்புலன்களின் மூலமாகவே ஏற்படுவதால், நாம் அவற்றின் வாயிலாக வெளி உலகத்துடன் தொடர்பு கொள்கிறோம். கருத்துக்களின் தொகுதியே சிறப்பாக கண், செவி ஆகியவற்றின் வழியாக கண்டும், கேட்டும் பெறும் அனுபவங்களே ஆகும். அவை அறிவு வளர்ச்சியில் பெரும்பகுதிக்குக் காரணமாகின்றன. ஒரு நிகழ்ச்சி அல்லது ஒரு பொருளைப்பற்றிப் புத்தகத்தில் படிக்கிறோம்; பிறர் கூறக் கேட்கிறோம்; படம் மூலம் பார்க்கிறோம். ஆயினும் அந்நிகழ்ச்சி பற்றிய உண்மையான கருத்துக்கள் மனதில் பதிய வேண்டுமானால் அப்பொருளை நாம் நேரடியாகப் புலன்களினால் உணரவேண்டும், அல்லது அந்நிகழ்ச்சியில் பங்கு பெறவேண்டும். ஒரு பொருளிடம் புலன்களின் மூலம் தொடர்பு கொள்ளும்போது தான் அப்பொருளின் உண்மைத் தன்மை மிக விரைவாக நமக்கு விளங்குகிறது. அறிவுத் திறனுடைய செயல்களுக்கு அடிப்படையே புலன்களின் மூலம் பெறும் அனுபவமாதலால், அறிவுத் திறனுடைய செயல்கள் அனைத்தும் புலனறிவை ஒட்டியோ அல்லது அதிலிருந்து தான் ஆரம்பிக்கின்றன. மக்கள் அறிவினையும் அனுபவத்தையும் மூன்று வழிகளில் அடைகின்றனர். அவை: 1 நேரடியாகப் புலன்களின் மூலம் அறிதல், 2. படங்கள், அல்லது பொருளையும் கருத்தையும் விளக்கும் மாதிரிப் பொருட்கள், 3. வாய்மொழி மூலமும் அச்சிட்ட வார்த்தைகள், அடையாளங்கள் மூலம் விளக்குவதாகும். வாய்மொழியாலும் வார்த்தைகளாலும் கூறப்பட்டவை, புலன்களின் மூலம் சரியான அனுபவம் ஏற்படவில்லையெனில் விரும்பிய பயன் ஏற்படாது. எனவே இது முந்திய இரண்டைக் காட்டிலும் குறைந்த கற்றல் மதிப்பைக் கொண்டதாகும். எடுத்துக்காட்டாக ரோஜா

மலரின் மணம், நிறம், மென்மை, தோற்றம் ஆகியவை குறித்து நூல்களில் படிக்கிறோம்; பிறர் வார்த்தைகளால் சொல்லக் கேட்கிறோம்; படம் மூலம் காண்கிறோம். ஆயினும் அம்மலர் பற்றிய சரியான கருத்துக்கள் நிலையாக நம் உள்ளத்தில் பதிய வேண்டுமானால் அதனை நாம் நேரடியாகப் புலன்களினால் உணரவேண்டும். ஒரு பொருளின் உண்மைத் தன்மை மிக விரைவில் நமக்கு விளங்க வேண்டுமேயானால் அப்பொருள் பற்றிய புலன் அனுபவம் நமக்கு ஏற்படல் வேண்டும்.

சிறந்த கல்வியறிஞரான ரூஸோ என்பார் கல்வியில் அதிக அளவில் வார்த்தைகள் பயன்படுத்தப்படுவதைக் கண்டித்தார். குழந்தையின் உடல், மனம் ஆகியவற்றோடு அவனது சூழ்நிலையையும் கருத்தில் கொள்ளவேண்டும் என்றார். புரோபல் என்ற கல்வி மனநூல் அறிஞர் குழந்தை தனது சுற்றுப்புறங்களிலிருந்து கற்றலைத் தொடங்கவேண்டும் என்றார். கி.பி. பதினேழாம் நூற்றாண்டுவரை மாதிரிப் பொருட்களுக்கும், படங்களுடன் கூடிய புத்தகங்கட்கும் முக்கிய கவனம் கொடுக்கப்படவில்லை. மாண்டிசோரி அம்மையாரும் புலன்களுக்குப் பயிற்சி அளித்தலையே மிகவும் வற்புறுத்துகிறார். புலன்களின் வாயிலாக நடைபெறும் கற்றலானது ஏனைய வழிகளை விட நிரந்தரமானது. ஐம்பொறிகளின் வாயிலாகப் பெறும் அறிவில் 86 சதவீதம் காட்சிக் கேள்விகளின் வழியாக நடைபெறுகிறது. ரூலன் (Rulon) என்பார் அறிவியலில் கற்பித்தலில் காட்சிக் கேள்வித் துணைக்கருவிகள் பயன்படுத்துவது குறித்துப் பரிசோதனை செய்ததில் இவற்றை உபயோகிப்பதின் பயனாக கற்றலானது 20 சதவீதம் கூடியிருப்பதையும், ஒலியோடு கூடிய திரைப்படங்களைப் பயன்படுத்தியதில் நினைவாற்றல் 38 சதவீதம் கூடியிருப்பதையும் கண்டார். சார்டெர்ஸ் (Charters) என்பார் இது பற்றிக் குறிப்பிடுகையில் திரைப்படங்களைப் பார்த்த மறுநாள் நினைவில் இருப்பதில் 90 சதவீதம், 2வது, 3வது வகுப்புக் குழந்தைகள் ஆறுமாதம் கழித்தும் நினைவில் வைத்திருப்பதாகக் கூறுகிறார். மிகச்சிறு குழந்தைகள் கூட தாங்கள் கண்ணால் பார்த்தவற்றில் 50—60 சதவீதம் நினைவில் வைத்திருப்பதாக அவர் மேலும் கூறுகிறார்.

இப் போதனை உபகரணங்கள் கற்பித்தலில் பெரிதும் துணைபுரிகின்றன. ஆனால் கற்பித்தலுக்கான இடம் முழுவதையும் இது பெற்றதாகக் கூறமுடியாது. போதனை உபகரணங்கள் எவ்வளவு சிறந்ததாக இருந்தாலும் வகுப்பறை போதனையை நீக்கிவிட முடியாது. வகுப்பறை போதனையை, இவற்றை நன்முறையில் பயன்படுத்துவதைக் கொண்டு மேலும் பயனுள்ளதாகச் செய்யமுடியும். ஆனால் போதனை உபகரணங்களைப் பயன்படுத்தியதால் சிறந்த போதனை என்றும் கூறமுடியாது.

கற்பித்தலில் துணைக்கருவிகள் உபயோகிப்பதை எந்த ஒரு சிறந்த ஆசிரியரும் புறக்கணிக்க முடியாது. இத் துணைக்கருவிகள் இதன் பெயரில் உள்ளது போலவே கற்பித்தலுக்குத் துணை புரிபனவே அன்றி போதனைக்கு பதிலியாகவோ, ஆசிரியருக்கு பதிலி என்றோ கொள்ளலாகாது. இவற்றைப் பயன்படுத்தும்போது உரிய இடத்தில் இணைத்து ஆசிரியரின் விருப்பத்திற்கு ஏற்றவாறு உபயோகிக்க வேண்டும். எவற்றை எப்போது கற்பிக்க வேண்டுமோ அப்போது, துணைக்கருவிகளைப் பாடச் செயலோடு பின்னிப் போதித்தலே சிறந்த பயன் விளைவிக்கும். துணைக்கருவிகள் கிடைக்கின்றன என்பதற்காக அவைகளைப் பாடத் தொடர்பின்றி உபயோகிக்கக் கூடாது. துணைக்கருவிகள் மாணாக்கர்களுக்குச் சிறந்த பாட அறிவையும், அண்மைக் காலக் கருத்துக்களையும் புரிந்துகொள்ளப் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. அவர்கள் மனதில் பலவிதமான வினுக்களை எழுப்பி அவற்றிற்கு விடையளிக்கவும் உதவுகின்றன. இவை கற்றலுக்குப் பெரிதும் பயனுள்ளவையாகும். இவ்வுலகின்கண் இயற்கையில் உள்ள வினோதங்களையும், அழகினையும் பற்றி அறிய அறிவியல் அறிவு அவசியமாகிறது. ஆசிரியர் முதலில் தன் அருகில் இருக்கும் பொருட்களைத் துணைக்கருவிகளாகப் பயன்படுத்த வேண்டும்.

கற்பித்தலில் துணைக்கருவிகளின் தேவையும் பயனும்

மாணாக்கர்களின் கவனத்தைக் கட்டுப்படுத்தி ஈர்ப்பதில் காட்சிக் கேள்வித் துணைக்கருவிகள் மிகவும் சக்தி வாய்ந்தவை. காட்சிக் கேள்வித் துணைக்கருவியானது கட்புலன் வாயிலாகவும், செவிப் புலன் வழியாகவும் கற்பிப்பதற்கு உதவும் துணைக்கருவிகளாகும். அவை ஆவலை ஏற்படுத்தி மாணாக்கர்களைக் கற்றலுக்குத் தயார் செய்கின்றன. அவர்களது உடல், உள்ள செயல்களுக்குத் தூண்டுகின்றன. காட்சிக் கேள்வித் துணைக்கருவிகளின் மூலமாகக் கற்பிக்கும்போது கற்றலானது மிகவும் பயனுள்ளதாகவும், விரைவாகவும் ஏற்படுகிறது. நீண்டகாலம் நினைவில் தங்கக் கூடியதாகவும் இருக்கிறது. இது காலத்தை மிச்சப்படுத்தி, கற்றல் மிகவும் உறுதியாக ஏற்படச் செய்கிறது. இதனைப் பயன்படுத்திப் போதிப்பதால் குறிப்பிட்ட நேரத்தில் சாதாரணமாகக் கற்பதைவிட 35 சதவீதம் கூடுதலாகவும், இவ்வாறு கற்றது 55 சதவீத காலம் கூடுதலாக நினைவில் தங்குவதையும் பல சோதனைகள் நிரூபித்துள்ளன.

உயிரியல் பொருட்களை நேராகக் காணும்போதும், அவற்றைக் கையாளும்போதும், பரிசோதனை செய்யும்போதும், செய்வதைக்

காணும்போதும் மாணுக்கர்களுக்கு நேரடி அனுபவமானது கிடைக்கிறது. இது கற்றல் விரைவாகவும், தெளிவாகவும் ஏற்பட அவசியமாகிறது.

வகுப்பறையில் ஒரு புதிய விரும்பத்தக்க மாற்றத்தை இது ஏற்படுத்துகிறது. திரைப்படங்கள், படச்சுருள்கள், நழுவங்கள் ஆகியவற்றைப் பார்க்கும்போது, மாணுக்கர்கள் மகிழ்ந்து கலந்து உரையாடுதலால், வகுப்பறையின் வழக்கமான ஆர்வமற்ற சூழ்நிலையிலிருந்து ஒரு மாறுதல் ஏற்படுகிறது. பல சிக்கல் நிறைந்த, கடினமான பாடப் பொருளைப் பற்றிச் சரியாகப் புரிந்து கொள்ளவும், நன்கு உணரவும் முடிகிறது. மெய்மைகள், அடிப்படைத் தத்துவங்கள், தகவல்கள் மற்றும் கருத்துக்களை நன்கு புரிந்து கொள்ள அவை பெரிதும் உதவுகின்றன. மாதிரிப் பொருட்களைக் கொண்டு விளக்கும்போதும், பொருட்காட்சிகளை காண்பிக்கும் போதும், கல்விப் பயணமாக வெளி இடங்கட்குச் சென்றுவரும் போதும் ஆசிரிய மாணவர் உறவு ஏற்படுகிறது. மாணுக்கர்களை நண்பர்களாக நடத்தும் மனநிலை ஏற்படுகிறது. இது கற்றலுக்கு மிகவும் உறுதுணை பயக்கிறது.

சொற்களால் கூறப்படுவதின் உண்மையான பொருளை, துணைக் கருவிகளின் மூலம் அறிவதால் சரியான முறையில் சிந்திக்கத் தொடங்குகிருர்கள். இது அதிக அளவில் பொருளற்ற சொற்களைப் பேசிக் கொண்டிருப்பதையும், பயனற்ற வார்த்தைகள் சொற்ருெடர்கள் ஆகியவற்றைக் குறைத்துக் கருத்துத் தெளிவையும் சரியாகக் கற்றலையும் உண்டாக்குகிறது. இது மாணுக்கர்கள் அறிவியல் முறையில் சிந்திக்கும் பழக்கத்தையும், அறிவியல் மனப் பான்மையையும் வளர்க்கப் பெரிதும் உதவுகிறது.

இத்துணைக் கருவிகளின் உதவியால் அதிகப்படியான மாணுக்கர்களுக்கு ஒரே சமயத்தில் போதிக்க இயலும். எபிடையாஸ் கோப்பு போன்ற துணைக்கருவிகளால் அதிகப்படியானவர்களுக்கு கற்பிக்க இயலும். கற்பித்தலுக்கானத் துணைக்கருவிகள் மன நூல் முறையினை அடிப்படையாகக் கொண்டவை. எனவே இவை கற்றலுக்கு மிகவும் வசதியான, எளிய, இயற்கையான வழியாகும்.

படங்கள், வரைபடங்கள், மாதிரிகள் ஆகியவற்றை தயார் செய்யும்போதும், நேராக அறியும்நிலை ஏற்படுகிறது. பயன் படுத்தப்பட்ட துணைக்கருவிகளைத் திரும்பப் பார்க்கும்போதும் கேட்கும் போதும் தவறுதலாகப் புரிந்து கொண்ட கருத்தினைத் திருத்திக் கொள்ளவும் புதிய கருத்துக்களை அறிந்து கொள்ளவும்

வாய்ப்பு உள்ளது. ஒரு திரைப்படத்தைக் காட்டிய பின்னர் ஆசிரியரும் மாணவர்களும் அதைப் பற்றி விவாதிக்கலாம். மீண்டும் அப்படத்தைக் காட்டும்போது தவறுகளைத் திருத்திக் கொள்ளவும், கற்றவற்றை மீண்டும் நினைவிற்குக் கொண்டுவரவும், முன்பு அறியாமல் விடுபட்ட தகவலை கூடுதலாகப் பெறவும் வாய்ப்பு ஏற்படுகிறது. இத்துணைக் கருவிகள் வகுப்பறைக்குள் உண்மையான பொருளைக் கொண்டுவர உதவுகின்றன. வகுப்பறையில் தொடர்ந்து பேசிக் கொண்டும் எழுதிக் கொண்டும் இருப்பது பெரும் பயனளிக்காது. பொருளின் சாயலை மனத்திரையில் உண்டாக்குவதுதான் கற்பித்தலில் முக்கியமாகும். குழந்தையானது ஒருபொருளைக் காணும்போது அந்தப் பொருளின் பிம்பத்தை மனதில் ஏற்படுத்திக் கொள்கிறது. புதிய பாட ஏற்பாடு முறையால் இன்று கல்வியின் அளவானது பெரிதும் விரிவாக்கப் பட்டுள்ளது. கற்பித்தல் துணைக்கருவியின் உதவியால்தான் அவற்றைத் திருப்தியான முறையில் பூர்த்தி செய்யமுடியும்.

கற்பித்தலுக்கான துணைக்கருவிகளைத் தேர்ந்தெடுப்பதிலும் பயன்படுத்துவதிலும் கவனிக்க வேண்டிய சில விதிகள்

கற்றலும், கற்பித்தலும் மிகவும் பயனுள்ளதாகவும், தரமாகவும் இருக்கப் பலவகையான பயன்களைக் கொண்ட துணைக்கருவிகளைப் பயன்படுத்துவது மிகவும் வற்புறுத்தப்படுகிறது. ஆனால் பயன் படுத்துவதில் தவறு ஏற்பட்டால் அது விரும்பத்தகாத விளைவுகளையே உண்டாக்கும். எனவே துணைக்கருவிகளைத் தேர்ந்தெடுப்பதிலும், உபயோகிப்பதிலும் எச்சரிக்கையாக இருக்க வேண்டும். அவற்றில் சிலவற்றை ஈண்டு நோக்குவோம்.

துணைக்கருவியானது கற்றலோடு இணைந்த ஒன்றாக இருக்க வேண்டும். பள்ளிப்பாட ஏற்பாட்டை ஒட்டியதாகவும், கல்வி முறையோடு இணைந்ததாகவும் இருக்கவேண்டும். வெறும் பொழுது போக்கு அம்சமாக இல்லாமல், அன்றைய பாடத்தோடு முக்கிய பங்கு உடையதாகவும், தொடர்புடையதாகவும் இருக்கவேண்டும். உதாரணமாக ஒரு விஞ்ஞானியைப் பற்றிக் கற்பிப்பதாக இருந்தால் அவரது பதிவு செய்யப்பட்ட பேச்சை வகுப்பில் போட்டுக் காட்டலாம். இது வகுப்பில் ஒரு உயிரோட்டமுள்ள வாழ்க்கைச் சூழ்நிலையை ஏற்படுத்தி மாணவர்களுக்கு ஆர்வத்தை உண்டாக்கும்.

துணைக்கருவிகளைத் தேர்ந்தெடுக்கும்போது, மாணவரது வயது, நுண்ணறிவு, அனுபவம் ஆகியவற்றை ஒட்டியதாக அமைய

வேண்டும். இது மிகவும் எளிமையானதாகவோ, அதிகச் சிக்கல் கொண்டதாகவோ இருக்கக் கூடாது. அது பயன்படுத்தப்படும் குழுவின் உடல், உள்ள அறிவுத்திறன், சமூக வளர்ச்சி ஆகிய வற்றையும் ஒத்து இருக்கவேண்டும். பயன்படுத்தப்படும் மொழி யானது மாணுக்கர்களுக்கு எளிதில் விளங்கக் கூடியதாகவும், பழக்கமானதாகவும் இருக்கவேண்டும். மாதிரிப் பொருட்கள், உண்மைப் பொருளின் சரியான மாற்றுப் பொருளாகவும், சரியான அளவாகவும் இருக்கவேண்டும். எடுத்துக்காட்டாக ஒரு ரோஜா மலரின் மாதிரிப்பொருள் என்ருல் உண்மையான பூவின் அளவு, விகிதம், நிறம், அமைப்பு ஆகியவை அப்படியே ஒத்திருக்க வேண்டும். பயன்படுத்தப்படும் துணைக்கருவியானது உண்மை யான பொருளுக்கு மாருக அமைக்கப்பட்டிருந்தால் துணைக் கருவியின் நோக்கம் அல்லது கற்பித்தலின் நோக்கமானது தோற்று விடும். மாணுக்கர்களும் தவருன தகவல்களைக் கற்றுக் கொள்ளுவார்கள். பயன்படுத்தப்படும் துணைக்கருவியானது எங் கும் எப்போதும் எளிதில் கிடைக்கக் கூடியதாகவும் இருக்க வேண்டும். தேவையைப் பூர்த்தி செய்யக் கூடியதாகவும், உள்ளூர் சூழ்நிலேக்கு ஏற்றதாகவும் இருக்கவேண்டும். நாம் விரும் பும் வண்ணம் பயன்படுத்தத் தக்கதாகவும் இருப்பதோடு துணைக் கருவியானது எந்த உபயோகத்தை நோக்கமாகக் கொண்டு தேர்ந்தெடுக்கப் பட்டதோ அதைப் பூர்த்தி செய்வதாக இருக்க வேண்டும்.

கல்வி வளர்ச்சியில் இத்துணைக் கருவிகள் பல வகையில் உதவுகின்றன. ஒரே பாடத்திற்குச் சில வேளைகளில் இரண்டு மூன்று வகைத் துணைக்கருவிகளைப் பயன்படுத்தும்போது அவற்றின் பயன்கள் அதிகரிக்கின்றன. அதே சமயம் அவற்றிடையே உள்ள குறைபாடுகளும் குறைக்கப்படுகின்றன.

பயன்படுத்துவது சம்பந்தமான சில விதிகள்

துணைக்கருவிகளைப் பயன்படுத்துவதில் ஆசிரியர் திறமை பெற் றிருக்க வேண்டும். அவைகளைக் காட்சிப் பொருளாக அடுக்கி வைக்காமல், போதனையில் அவற்றைப் பயன்படுத்திப் போதிக்க வேண்டும். இதனைக் கற்பித்தலுக்குப் பதிலாக ஆக்காமல் போதனைக்கு மேலும் ஈடு செய்யும் வகையில் இருக்குமாறு பார்த் துக்கொள்ளவேண்டும். துணைக்கருவிகளைப் பயன்படுத்தும்போது மாணுக்கர்கள் அதில் முக்கிய பங்கேற்கச் செய்யவேண்டும். அவர்களைப் போதுமான அளவு முன்கூட்டியே தயாராக வைத்திருக்க வேண்டும். துணைக்கருவியில் என்னென்னவற்றை முக்கியமாகக் கவனிக்கவேண்டும் என்பதை அவர்களுக்கு முன்

கூட்டியே கூறவேண்டும். மாணுக்கர்கள் வினுக்கள் எழுப்பவும், விடையளிக்கவும், விவாதிக்கவும் தங்கள் அபிப்பிராயங்களைச் சொல்லவும் வாய்ப்பளிக்க வேண்டும். போதனுக் கருவிகள் சரியான முறையில் பாதுகாக்கப்பட்டு சேமித்து வைக்க வேண்டும். கிழிந்தபடம், உடைந்த மாதிரிப்பொருள், கீரல் விழுந்த சிதறிய நழுவம் ஆகியவை மாணுக்கர்களின் ஊக்கத்தைக் குறைத்து பாடத்தில் ஆவல் இல்லாமல் கெடுத்து விடும். துணைக்கருவிகள் தேவையானபோது விரைவில் கிடைக்கக் கூடியதாகவும், எளிதில் எடுக்கும் இடத்திலும் ஆசிரியர் வைக்கவேண்டும். பாடத்திற்கு ஏற்றவாறு துணைக்கருவியின் தரமும், உபயோகமும் உள்ளதா என அடிக்கடி மதிப்பீடு செய்யவேண்டும்.

போதனு உபகரணங்களின் வகைகள்

எல்லாப் போதனைத் துணைக்கருவிகளையும் கீழ்க்கண்டவாறு பிரிக்கலாம். அவை :-

1. காட்சித் துணைக்கருவிகள், 2. கேள்வித் துணைக்கருவிகள், 3. காட்சிக் கேள்வித் துணைக்கருவிகள், 4. செயல் திட்ட உபகரணங்கள், 5. நினைவு உபகரணங்கள் போன்றனவாம்.

1. காட்சித் துணைக்கருவிகள் (Visual Aids)

இவை கண்புலன் வழியாக அறிவினைப் பெறப் பயன்படுத்தும் துணைக்கருவியாகும். இவற்றின் நோக்கம் கல்வி அறிவைப் பெருக்குவதோடு காட்சிப்புலனை மிக அதிக அளவில் கற்றலுக்குப் பயன்படுத்துவதாகும். இவை மாணுக்கரின் அனுபவ அறிவைப் பெருக்கப் பெரிதும் உதவுகின்றன. பொருட்காட்சி சாலைக்குச் சென்றுவருதல், சேகரித்த படங்களை ஆராய்தல், கல்வித் திரைப் படங்களைக் காணுதல், மற்றும் பாடநூலில் உள்ள படங்கள், வரை படங்கள் ஆகியவை கற்றலின் தரத்தை உயர்த்துவதோடு அதனை விரைவுபடுத்தவும் உதவுகின்றன. காட்சி உபகரணங்கள் மாணுக்கர்களின் அறிவுத்திறன் முதிர்ச்சிக்கும், முந்திய அனுபவத்தின் தன்மை, அளவு ஆகியவற்றை ஒட்டியும் இருக்கவேண்டும். இதில் மாணுக்கர்களின் மனத்தன்மையை ஒட்டிய சில குறைபாடுகளும் உண்டு. அதாவது தட்டையான படங்களில் பொருளின் ஆழத்தைக் காணமுடியாது. உண்மையான பருமனையும் அறிய முடியாது. எனவே இக் காட்சித் துணைக்கருவிகளின் நிறைகளையும், குறைகளையும் அறிவியல் ஆசிரியர் நன்கு அறிந்திருக்க வேண்டும். காட்சிக்குப் பயன்படுத்தும் பொருள்கள் உண்மைப் பொருளோடு எந்த அளவிற்கு ஒட்டி இருக்கிறதோ அந்த விகிதத்தில் அதனுல்,

ஏற்படும் பயனும் அமைகிறது. எடுத்துக்காட்டாக ஒரு உயிரியல் போதிக்கும் ஆசிரியர் வண்ணத்துப் பூச்சியினைப் பற்றி கற்பிக்கையில் வண்ணத்துப் பூச்சியை வகுப்பில் கொண்டுவந்து காட்டி விளக்கினால் அது பூச்சியின் நிழற்படத்தையோ அல்லது மாதிரி உருவத்தையோ காட்டுவதைவிட மிகுந்த பயன் அளிக்கும். ஏனெனில் இங்கு உண்மைப் பொருளே காட்சியாக இருக்கிறது. வண்ணத்துப் பூச்சி கிடைக்கவில்லையெனில் வெறும் வார்த்தைகளால் அதைப்பற்றி வர்ணித்துக் கொண்டிருப்பதைவிட அதன் நிழற்படத்தையோ அல்லது நழுவத்தின் மூலமாகவோ காட்டிக் கற்பித்தல் பயனுள்ளதாகும்.

காட்சித் துணைக்கருவிகளாக பாடநூல், கரும்பலகை, படங்கள், வரைபடங்கள், நிழற் படங்கள், மாதிரிப் பொருட்கள், சலனப் படங்கள், படச்சுருள்கள், நழுவங்கள், பிளானல் பலகை, தகவல் பலகை போன்றவை பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

பாடநூல்கள்

(Text-Books)

பாடநூலானது மாணவர்களுக்குக் குறிப்பிட்ட பாடத்தில் தேவைப்படும் பாடப் பொருட்கள் எளிதில் கிடைக்கக் கூடியதாகவும், விரைவில் புரிந்து கொள்ளும் தன்மையிலும் முழுமையான அளவில் தகவல்கள் கிடைப்பதையும் நோக்கமாகக் கொண்டிருக்க வேண்டும். அது பாடப்பொருளை ஒழுங்காகப் பெறக்கூடிய பெட்டகம் ஆகும். சிறந்த உயிரியல் பாட நூலானது மாணாக்கர்களின் சிந்திக்கும் ஆற்றலையும், கண்டுபிடிக்கும் திறனையும் ஊக்குவிக்கவும் தேவைப்படுகிறது. அது மாணாக்கர்களிடத்தில் அறிவியல் மனப்பான்மை, அறிவியல் முறையில் சிந்திக்கும் பயிற்சி போன்ற மனப்பண்புகளை உருவாக்குவதை நோக்கமாகக் கொண்டிருத்தல் அவசியமாகும். பாடநூல்கள் மாணாக்கர்கள் வகுப்பறையில் ஆசிரியரிடம் வாய் மொழியாக அறிந்தவற்றை உறுதிபடுத்திக் கொள்ளவும் உதவுகின்றன. வகுப்பறைப் போதனை முடிந்த பின்னர் பாடப் பொருளை ஒழுங்காக வகைப்படுத்தித் திருப்பிப் பார்க்கவும் வகை செய்கின்றன. உயர் வகுப்புகளில் மாணாக்கர்கள் பாடநூலை தங்களின் ஒப்படைகளின் ஆயத்தப்பகுதி தயாரிக்கவும் உபயோகிக்கின்றனர். வகுப்பறை மற்றும் வீடு போன்ற இடங்களிலும் படித்துப் பெரும்பயன் அடையவும் பாடநூல்கள் அவசியமாகின்றன. இவற்றின் உதவியால் மாணாக்கர்கள் தேவையான தகவல்களை விளக்கமாக விரைவில் பெறமுடிகிறது. அவ்வாறு அமைந்திருத்தலிலேயே அதன் சிறப்பு அமைந்துள்ளது.

நூலில் காணப்படும் படங்கள், விளக்கப் படங்கள், நிழற்படங்கள், வரைபடங்கள் முதலியவற்றின் உதவியால் மாணுக்கர் அறிவுத் தெளிவு பெறுகின்றனர். ஆசிரியருக்கு மிகவும் சக்திவாய்ந்த துணைக் கருவியாகவும் பாடநூல்கள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. கற்பித்தலும், கற்றலும் பயன்படுத்தும் பாடநூலை ஒட்டியே அமைகிறது. கற்பித்தலுக்கான தகவல்களையும், விளக்கங்களையும் முறையாக முன் கூட்டியே சேகரிக்கவும் அவை ஆசிரியருக்குத் துணை புரிகின்றன. மாணுக்கருக்குச் செய்முறைப் பயிற்சி, வீட்டுப் பயிற்சி போன்றவை அளிக்க அவை தேவைப்படுகின்றன. எனவே திறமையான கற்பித்தலுக்கு உதவும் பாடநூல் நன்முறையில் அமைவது குறித்து மிக்க கவனம் செலுத்தப்பட வேண்டியது அவசியமாகிறது. பாடநூலில் காணப்படும் கருத்துக்கள் அனைத்தையும் மாணுக்கர்களுக்குச் சொல்லிவிட்டால், தன் பாடத்தை மிகவும் வெற்றிகரமாக முடித்து விட்டதாக ஆசிரியர் கருதுவது தவருகும். ஏனெனில் மிகச்சிறந்த பாடநூலில் கூட சில விளக்கங்கள் விடுபட்டு இருக்கக்கூடும். அவற்றை ஆசிரியர் தான் ஈடு செய்யவேண்டும்.

மாணுக்கர்களுக்குப் பாட சம்பந்தமாக ஏற்படும் சிரமங்களையும், சந்தேகங்களையும் அவர்களே தீர்த்துக் கொள்வதற்கு பாடநூல்கள் அவசியமாகின்றன. தேவையான அளவு விரைவான முன்னேற்றம் ஏற்பட பாடநூல்கள் அவசியமாகின்றன. எனவே பாடநூல்கள் ஆசிரியர்களுக்கும், மாணவர்களுக்கும் பெரும்பயன் தரும் வகையில் இருக்கவேண்டும்.

பாடநூலின் அவசியம்

உயிரியல் பாடத்திற்குப் பாடநூல் தேவையா என்பது குறித்து இரு மாறுபட்ட கருத்துக்கள் உள்ளன. உயிரியலுக்குப் பாடநூல் தேவையில்லை என்று கூறுபவர்கள், இயற்கையியல் பாடமானது, பெரும்பாலும் இயற்கையில் உள்ளவற்றை உற்றுநோக்கலின் வாயிலாக நேரடி அனுபவத்தில் அறியக் கூடிய ஒன்ருகும். அவற்றை நூலின் மூலம் கற்கும்போது பெறும் அறிவைவிட குறைவான பயனே ஏற்படுகிறது. பாடநூல் இருக்குமேயாளுல் அது ஆசிரியரின் பணியினை எளிதாக்கவும் கூடும். சில சமயம் அதுவே ஆசிரியர் திருத்தமற்ற வேலை செய்யவும், பாடநூலுக்கு முழுதும் அடிமையாகி அதனை அப்படியே கண்மூடிப் பின்பற்றும் தவறும் ஏற்பட வாய்ப்பு உள்ளது. இது உயிரியல் கற்பித்தலுக்கு ஏற்புடைத்தன்று. பாடநூல் எழுதுவோரில் சிலர் வகுப்பறை அனுபவம் இன்றியும், மாணுக்கர் மனநிலை பற்றி சிறிதும் யோசியாமலும், பல நூல்களிலிருந்து புதிய நூல் எழுதுவதால், அந்தப் பாடநூலிலிருந்து முழுப்பயன் எய்த முடிவதில்லை. ஆசிரியரும் பாடநூலின் முறையைப் பின்பற்றி

உயிரியல் பாடத்திற்குத் தேவையான உண்மையான பொருட்களை நேரில் வைத்து விளக்குவதற்குப் பதிலாக பாடநூலை வைத்தே வகுப்பில் பாடம் நடத்திச் செல்லும் தவருன வழிக்கும் இது வாய்ப்பளிக்க ஏதுவாகிறது.

உயிரியலுக்கு பாடநூல்களின் அவசியம் குறித்துக் கூறுவோரின் கருத்தும் ஈண்டு நோக்கத்தக்கதாகும். உற்றுநோக்கலின் போது காணும் பல கருத்துக்களை வரிசையாக முறைப்படுத்தி, உறுதியோடு தெளிவான முறையில் எடுத்தியம்ப பாடநூல்கள் துணைபுரிகின்றன. உயிரியல் பாடநூலைப் படிப்பதால், காணும் கருத்துக்களை, மொழி சிரமம் இன்றி, உரிய வார்த்தைகளைப் பயன்படுத்தி, எடுத்துக்கூற முடிகிறது. குறிப்பிட்ட பாடத்திலுள்ள பாடநூல்களைக் கொண்டே பள்ளிப் பாடத் திட்டத்தில், அந்த பாடத்தின் முக்கியத்துவம் ஓரளவு தீர்மானிக்கப்படுகிறது. நல்ல பாடநூல்களில் மாணுக்கர்களின் சிந்தனையைத் தூண்டி அறியும் வகையில் சில பிரச்சினைகளைக் கொண்ட சூழ்நிலை உண்டாக்கப்பட்டிருக்கும். இவை அவர்களைப் பிரச்சினையைத் தீர்க்க சிந்திக்க வேண்டிய பழக்கத்தை ஏற்படுத்துகிறது. எந்த பாடத்திற்கும் கருத்துக்களைக் கோவையாகவும், தெளிவான மொழியிலும், சுருக்கமாகவும் கூறி விளக்குதல் மிக அவசியமாகும். இதனுல் மாணுக்கர்கள் நல்ல அறிவினையும், பாடத்தின் முழுப்பயனையும் அடைய ஏதுவாகிறது. உயிரியல் பாடநூல் இதனை நன்கு நிறைவேற்றுகிறது. வகுப்பறையில் ஆசிரியர் பாடம் நடத்துகையில் மாணுக்கர்கள் குறிப்பெடுக்கும் போது ஏற்படும் சொல், எழுத்துப் பிழைகளை வீட்டில் உயிரியல் பாடநூலின் துணைக்கொண்டு திருத்திக்கொள்ள அவசியமாகிறது. பாடநூல்களில் பயன்படுத்தப் பட்டிருக்கும் படங்கள், கோட்டுப் படங்கள், வண்ணப்படங்கள் போன்ற காட்சி உபகரணங்கள் பாடத்தில் ஆர்வம் ஊட்டும் வகையில் ஊக்குவிக்க உதவுகின்றன. சிலவற்றை அவர்கள் அப்படியே பின்பற்றவும் செய்கிருர்கள். பாடநூல்கள் கற்பிக்கும் ஆசிரியரிக்குப் பெரிதும் துணைபுரிகின்றன. பல வகையான பாடங்களைக் கற்பிக்கையில் சரியான வார்த்தைகளை உபயோகிக்கவும், தெளிவான முறையில் கருத்துக்களை வெளியிடவும் பாடநூல்கள் அவர்களுக்கு உதவுகின்றன. பாட இறுதியில் தரப்பட்டிருக்கும் பலவகையான யோசனைகள், செய்முறைப் பயிற்சிகள், விளுக்கள், மாணுக்கர்களுக்கு கூடுதல் வேலை அளிக்கவும், பல செயல் திட்டங்களைச் செய்து பார்க்கவும் மாணுக்கர்களைத் தூண்டுகிறது. பாடநூலை முன்னரே படித்து வந்தால் வகுப்பில் நடைபெறும் விவாதத்தில் கலந்து பாடப்பொருளை அறிய முடிகிறது. கற்பித்தலுக்குப் பின்னர் பாடநூலைப் படிக்கும்போது விளக்கமும், தெளிவும் ஏற்படுகிறது. பள்ளிக்கு ஓரிரு நாட்கள் வராத மாணுக்கர்களும்,

வகுப்பில் நடந்தவற்றை பாடநூலின் உதவியால் படித்துக் கொள்ள முடிகிறது. இவ்வாறு பலவகை நோக்கங்களை ஈடு செய்யும் உயிரியல் பாடநூல் வகுப்பில் பாடம் கற்பித்த பின்னரும், செய்துகாட்டும் போதும், உயிரியல் பரிசோதனையின் போதும், உற்றுநோக்கிய உண்மைகளை ஐயம் நீங்கி தெளிவு ஏற்பட உதவுகிறது. பாடநூல்களில் குறிப்பிடப்பட்டிருக்கும் மேற்கோள் புத்தகங்களை (Reference books) படிக்கவும் பாடநூல்கள் பெரிதும் உதவுகின்றன. ஆண்டு இறுதியில் முறையாகவும், விரைவாகவும் மீள்பார்வை செய்ய பாடநூல் தேவைப்படுகிறது. உயிரியலின் அடிப்படைக் கொள்கைகள், தத்துவங்கள், ஆகியவற்றை அறிந்து கொள்ள உதவுவதுடன், விஞ்ஞான மனப்பான்மை, விஞ்ஞான முறையில் பயிற்சி, எதையும் திறந்த மனத்துடன் ஆராயும் பண்பை ஏற்படுத்தவும், பிற்கால வாழ்விற்குத் தேவையான திறமையை வளர்ப்பதையும் பாடநூல்கள் நோக்கமாகக் கொண்டிருக்கவேண்டும். வகுப்பறையில் பாட சம்பந்தமான விவாதத்தின்போது சரியான முடிவுக்கு வர பாட நூல்கள் உதவவேண்டும்.

சிறந்த உயிரியல் பாடநூலுக்கான பண்புகள்

சிறந்த பாடநூலைத் தேர்ந்தெடுக்கையில் சரியான பாடப் பொருளோடு நூலாசிரியரின் தரம், நூல் வெளியிடுவோரின் மதிப்பு, அனைத்தும் கவனிக்கப்படல் வேண்டும். தாய்மொழியில் பாடநூல்களின் தேவை இன்று மிகவும் அதிகரித்துள்ளது. பாடநூல்கள் தயாரிக்கும்போது அதன் தரம் குறையாமல் பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும். நூல் எழுதுவோர் பொருள் ஈட்டுதலை மட்டும்கருத்தில் கொள்ளாது மாணாக்கரின் நலத்தையும் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும். நூல் எழுதுவதற்குப் போதுமான காலம் ஒதுக்கப் படுதல் அவசியமாகும். இது தரமான நூல்கள் வெளிவர உதவுகின்றன. நல்ல உயிரியல் பாடநூலுக்கான சில முக்கிய அம்சங்களைக் காண்போம்.

நூல் ஆசிரியர்

யாரையும், எவரையும் பாடநூல் எழுத அனுமதித்தல் தவிர்க்கப்படல் வேண்டும். தேவையான அளவு பொதுக் கல்வித் தகுதியும் நூலாசிரியர்க்கு இன்றியமையாததாகும். அவரது தரமும் அனுபவமும், கவனிக்கத் தக்கதாகும். நூல் எழுதுவோர் அந்தப் பாடத்தில் முழு அறிவு பெற்றவராகவும், கருத்துக்களைத் தெளிவாகப் பயிற்று மொழியில் மாணாக்கர்கட்கு எளிதில் விளங்கும் நடையில் எழுதக் கூடியவராகவும் இருக்கவேண்டும். பாடம் கற்பித்தலில் மிக்க அனுபவம் உடையவராகவும் நூல் ஆசிரியர் இருக்கவேண்டும். மாணவர்களின் சிரமங்களையும் கற்றலுக்கான சூழ்நிலையையும்

நன்கு உணர்ந்து எழுத கற்பித்தலில் போதுமான அனுபவம் இருக்கவேண்டும். பாடநூல் ஆசிரியருக்குச் சிறப்புப் பயிற்சி அளிக்கப்படலாம் என்ற கருத்தும் சிந்திக்கத் தக்கதாகும்.

அமைப்பு முறை

பாடநூல் தயாரிக்கும் போது, பயன்படுத்தும் காகிதத்தின் தரம், அச்சிடும் முறை, உயர்ந்த கட்டமைப்பு, கையாள்வதற்கேற்ற அளவு, வெளிப்புற அமைப்பு ஆகிய புற அமைப்புகள் கவர்ச்சி உடையதாக இருக்கவேண்டும். அச்சிடும் எழுத்தின் அளவும் மாணுக்கரின் வயதிற்கு ஏற்றவாறு இருக்கவேண்டும். அச்சடிக்கும் தாளும், அச்சும் மாணுக்கரின் கண்களுக்குத் தீங்கிழைக்கக் கூடியவாறு இருத்தல் கூடாது. புறத் தோற்றத்தின் கண் மேலுறையின் கலையழகு, நீண்ட நாட்கள் உழைக்கும் வகையில் நூலின் கட்டமைப்பு, புத்தகத்தின் அளவு (பருமன்) தாளின் தரம் எழுத்தின் தெளிவு போன்றவை கவனிக்கப்படல் வேண்டும். மேலுறையின் படமும், கட்டமைப் பின் நிறமும் கவரத்தக்கதாக இருக்கவேண்டும். நூலின் பருமனும் மிகவும் அதிகமாகவும் குறைவாகவும் இன்றி நடுத்தர நிலையில் இருத்தல் அவசியம். உயிரியல் நாளுக்கு நாள் மிகவேகமாக முன்னேறி வருவதால் அடிக்கடி புதிய கருத்துக்களுடன் கூடிய நூலின் மறுபதிப்புக்களை வெளியிடுதல் இன்றியமையாதது. உயிரியல் பாடநூலுக்குப் படங்கள் மிகவும் இன்றியமையாததாகும். உயிரியல் சம்பந்தப்பட்ட படங்கள் நிரம்பியதாகவும், பாகங்கள் தெளிவாகக் குறிக்கப்பட்டும் இருத்தல் அவசியம். இது நூலின் தரத்தை உயர்த்துவதுடன், நூல் படிப்பவர்களுக்கு, வார்த்தைகளால் வர்ணிப்பதைவிட படங்கள் மூலம் விளக்குதல் பெரும் பயனளிக்கும். இது நூலுக்குச் சிறப்பை அளிப்பதுடன், கவர்ச்சியை ஏற்படுத்தி, மாணுக்கரின் கவனத்தை நிலைநிறுத்த உதவும். உரிய இடங்களில் படங்கள் முழு அளவில் வெளித் தோற்றமாகவும் குறிப்பிட்ட பகுதிகளை விளக்கும் படங்களாகவும், குறுக்குவெட்டுப் படங்களாக வரைந்து பாகங்கள் குறிக்கப்பட்டும், வண்ணப் படங்களாகவும், நிழற் படங்களாகவும் பாடநூலில் அமைத்தல் உயிரியல் பாட நூலுக்கு அவசியமான ஒன்றாகும். துணைக்கருவிகளின் படங் களுடன், குறிப்பிட்ட பரிசோதனைக்குத் தேவையான துணைக் கருவிகளின் தொகுப்புப் படங்கள், உயிரியல் அறிஞர்களின் படங் கள், இவையாவும் இடம் பெறல் அவசியம். பாடநூலில் கொடுக்கப் பட்டிருக்கும் படங்கள் எளிமையானதாக இருப்பது அவசியமாகும். முக்கியப் பகுதிகள், பாகங்களின் பெயர்கள் குறிக்கப்படல் வேண் டும். உயிரியல் பாடநூலில் ஒரே படத்தில் எல்லாப் பகுதிகளையும், தகவல்களையும் குறிப்பதைத் தவிர்த்து, தனித்தனி மண்டலங் களாகப் பிரித்து படங்கள் அமைப்பது மிகுந்த பயன் விளைவிக்கும்.

இது குழப்பத்தைத் தவிர்த்து தெளிவை ஏற்படுத்தும். படங்களைப் பற்றி விரிவான நிலையில் விளக்கம் தரப்படல் வேண்டும். புகைப் படங்கள் தெளிவாக அச்சிடப்படல் வேண்டும். வரைபடங்கள், கவர்ச்சியாகவும், கவனமாகவும் கையாளப்படல் வேண்டும். படங்களில் வண்ணங்களைப் பயன்படுத்தினுல் கண்ணைக் கவர்வதோடு கற்பித்தல் மதிப்பும் ஏற்படுகிறது. அண்மையில் அறிமுகப்படுத்தப் பட்டுள்ள ஒளிபுகும் பிளாஸ்டிக்தாள் மிகச்சிறந்த போதனு உபகரண மாகும். ஆனுல் அதிக விலை காரணமாக மிகக் குறைந்த அளவில் புத்தகங்களில் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. படங்கள் அந்தப் பக்கத்தில் விளக்கப்பட்டிருக்கும் கருத்திற்கு ஏற்றவாறு அமைய வேண்டும். பாடநூலின் முன்னுரையில் புத்தகத்தின் அடிப்படை விளக்க முறையை விளக்கமாகக் கூறவேண்டும். பாடப் பொருளின் பிரிவுகள் பொருளடக்கத்தில் குறிப்பிடப்படல் வேண்டும். இது பாட நூலின் அமைப்பு முறைபற்றித் தெளிவாக அறிய மாணுக்கர்களுக்கு உதவுகிறது. எல்லா வகையிலும் சிறந்து விளங்கும் பாடநூலின் விலையும் இயன்ற அளவு மலிவாக இருக்கவேண்டும்.

பாடப்பொருள்

உயிரியல் கற்பித்தலின் நோக்கத்தைப் பூர்த்தி செய்யும் வகையில் பாடநூலின் உட்பொருட்களும், பகுதிகளின் அமைப்பும் இருக்கவேண்டும். பாடப்பொருளை விளக்கும்போது மாணுக்கரின் மன வளர்ச்சியையும், ஆர்வத்தையும் கவனத்தில் கொண்டு எழுத வேண்டும். அவர்களின் விருப்பு, வெறுப்புகளுக்கு ஏற்பப் பாடப் பகுதிகள் அமைத்தும் உளவியல் முறைப்படி கருத்துக்களைத் தொடர்ச்சியாகவும், படிப்படியாகவும் விரிவாக்கப் பட்டிருக்க வேண்டும். பாடப் பொருளானது, மாணுக்கர்களின் வயது, அனுபவம் ஆகியவற்றை ஒட்டியே இருக்கவேண்டும். அவர்களின் முதிர்ச்சிக்கு அதிகமாக சிக்கலாகவும், கடினமாகவும் இருக்கக்கூடாது. கருத்துக்களும் தேவைக்கும் ஆர்வத்திற்கும் ஒத்திருக்கிற வகையில் இருக்கவேண்டும். உயிரியல் கருத்துக்களையும், விளக்கங்களையும் நல்ல முறையில் அமைத்து, மாணுக்கர்கள் தாமாகவே கற்கக்கூடிய வகையில் நூல்கள் எழுதப்படல் வேண்டும். பாடத் திட்ட விதிகளுக்கு உட்பட்டிருப்பதுடன், கருத்துப் பிழைகள் இல்லாமலும், பழைய கருத்துக்கள், தேவையற்ற பகுதிகள் முதலியவற்றை நீக்கி, தேவையான பகுதிகள், கருத்துக்களை மட்டும் வற்புறுத்த வேண்டும். அண்மைக்காலக் கண்டுபிடிப்புக்களையும், புதிய கருத்துக்களையும் கொண்டிருத்தல் மிகவும் இன்றியமையாததாகும். மாணுக்கர்களின் ஆற்றல் வேறுபாடுகளுக்கு ஏற்பப் பாடப் பகுதிகளைப் பிரித்தெழுத வேண்டும். ஒவ்வொரு அத்தியாயமும் சுருக்கமான முன்னுரையுடன் ஆரம்பித்து, முடிவில்

பாடச் சுருக்கமும் தரப்பட்டிருக்க வேண்டும். ஒவ்வொரு அத்தியா யத்தின் இறுதியிலும் தரப்படும் பயிற்சியானது பாடத்தில் அறிந்த பொருளை வாழ்வில் பயன்படுத்தும் விதத்தில் அமைய வேண்டும். சுய மதிப்பீடு செய்யவும், பாட சம்பந்தமான பரிசோதனை செய்து பார்க்கவும் உதவுவதோடு தொடர்ந்து படிக்க மேற்கோள் நூல் களின் பட்டியலும் கொடுக்கப்படல் வேண்டும். புதிய முறை விணுக்கள் இடம்பெறல் வேண்டும். மாணவர்கள் எளிதில் செய்யக் கூடிய பரிசோதனைகளின் பட்டியல் பாடப்பொருளின் இறுதியில் இடம்பெறச் செய்யவேண்டும். தலைப்புக்களையும், துணைத் தலைப் புக்களையும் கொடுத்துப் பாடக் கருத்தை தெளிவாகவும், பிரித்தும் விளக்குமாறு அமைக்க வேண்டும். பாடநூலில் விளக்கமான பொருளடக்கமும், முடிவில் பொருள் அகராதியும், கலைச் சொல்லுக்கு இணையான ஆங்கிலச் சொற்கள் கொண்ட அருஞ்சொல் அகராதி யும் இணைக்கப்பட்டிருத்தல் சிறந்த உயிரியல் பாட நூலின் அம்ச மாகும்.

பாடப் புத்தகத்தில் வரும் விஞ்ஞானிகளின் படங்களுடன் அவர்களின் வாழ்க்கை வரலாற்றுக் குறிப்புக்கள் இடம் பெறுவது நலம். எடுத்துக்காட்டாக மெண்டலின் விதிகள், டார்வினின் பரிணாமக் கொள்கைகள், தாவரங்களின் உயிர்வாழ்க்கை இவற்றைக் கூறும் இடங்களில் கிரிஞல்டு மெண்டல், டார்வின், ஜெகதீச சந்திர போஸ் போன்ற உயிரியல் அறிஞர்களின் வாழ்க்கைக் குறிப்புக்கள் இடம் பெறுதல் அவசியம். இது மாணக்கர்களுக்குப் பாடத்தில் ஒரு கவர்ச்சியை ஏற்படுத்துவதுடன், பொருள் விளக்கத்திற்கும் பெருந் துணையாக இருக்கும். படிப்பில் ஓர் ஆர்வத்தை ஏற்படுத்தவும் செய்யும். அறிவியல் பாட அறிவு வாழ்க்கைக்கு இன்றியமையாதது என்பதை உணர்ந்து, ஆர்வம் கொள்ளும் வகையில், சமுதாயத்தி லும், சுற்றுப்புறத்திலும், காணும் பொருட்கள் அன்றாட வாழ்வில் பயன்படுத்தும் பொருட்கள் ஆகியவற்றிலிருந்து தகுந்த எடுத்துக் காட்டுகள் நூலில் கொடுக்கப்படல் வேண்டும். உயிரியல் நூலில் விளக்கப் படங்களுடன் செயல்முறை பற்றிய குறிப்புக்களும் மிக மிக அவசியமானது என்பதை உணர்தல் வேண்டும். உயிரியல் பல மெய்மைகளை நேரில் பார்த்தும், செய்முறைகளாகவும் அறியப்பட வேண்டியதாகும். எனவே பாடநூலில் தேவையான இடங்களில் பரிசோதனைக் குறிப்புக்கள், அவற்றைச் செய்யும் முறை, மாணக்கர் கள் வயல், பண்ணை, தாவரவியல் தோட்டம், கடற்கரை, நன்னீர் நிலைகள் போன்ற இடங்களில் உற்றுநோக்கப்பட வேண்டிய குறிப்புகள் இடம் பெறல் வேண்டும். பாடநூலின் உள்ளேயே ஒரு அத்தியாயத்திலிருந்து வேறொரு அத்தியாயத்திற்கு குறுக்குக் குறிப் பாகவும் (cross referrence) மேற்கோளாகவும், ஒற்றுமை வேற்றுமை

களைச் சுட்டிக் காட்டப்படும்போது, பாடப்பொருளை நுட்பமாக அறியும் திறமையானது அதிகரிக்கிறது. இவை நேரத்தை மிச்சப் படுத்துவதோடு பாடத் தொடர்புகளை வலியுறுத்தவும் செய்கின்றன. பாடநூலின் இறுதியில் தரப்படும் அகரவரிசைத் தொகுப்பட்டவணை யானது காலத்தை மிச்சப்படுத்தி, குறிப்பிட்ட பொருளைப் பற்றித் தெளிவாக அறியவும் ஊக்குவிக்கிறது. பாடநூலில் தரப்படும் மெய்ச் செய்தி பட்டியல்கள் (Tabulation of data), ஒற்றுமை, வேற்றுமைப் பட்டியல்கள் போன்றவை இடத்தை மிச்சப்படுத்துவதோடு பாடப் பொருளையும் தொடர்பையும் நன்கு அறிந்து கொள்ள உதவுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக தாவரங்களில் ஒளிச்சேர்க்கைக்கும், சுவாசித்த லுக்கும் உள்ள வேறுபாடுகள், பிராணிகளின் இரத்தக் குழாய்களில் தமனிக்கும், சிரைக்கும் உள்ள வேறுபாடுகள் பாடப்பொருளை நன்கு அறிய உதவுவதுடன் அவற்றிடையே உள்ள தொடர்புகளையும் புரிந்து கொள்ளச் செய்கின்றன. கீழ் வகுப்புகளுக்கான உயிரியல் பாடநூலில் இயற்கைப் பஞ்சாங்கம் ஒன்றை அவசியம் சேர்த்தல் வேண்டும். குறிப்பிட்ட வகுப்பு பாடநூலுக்கு ஒரு ஆய்வக செய் முறை நூலும் (laboratory manual) ஆசிரியருக்கு உதவ ஒரு துணை நூலும் (guide book) இருத்தல் அவசியம். பாடநூலில் கற்பித்தலுக்கு உதவக்கூடிய துணைக்கருவிகளை எடுத்துக் கூறவும், சிலவற்றை சொந்தமாகத் தயாரிக்கும் முறைகளையும் குறிப்பிடச் செய்யலாம். பாடநூல் சிறந்த கற்பித்தல் முறைகளையும் எடுத்துக்காட்டக் கூடிய தாக இருக்கவேண்டும். பாடப் பகுதிகள், மாணாக்கர்கள் பரிசோதனை செய்து அறிய வாய்ப்பு அளிப்பதுடன், கற்ற பகுதிகளை மனதில் இறுத்திக்கொள்ளும் வழிகளைக் காட்டும்படியும் இருக்கவேண்டும்.

மொழியும் நடையும்

மாணாக்கர்களின் அனுபவம், வளர்ச்சிக்கேற்ப மொழியின் எளிமை இருத்தல் அவசியமாகும். அறிவியல் அறிஞர்கள், மொழி வல்லுநர்கள் தொகுத்து வெளியிட்ட கலைச் சொற்களையே புத்தகத் தில் பயன்படுத்த வேண்டும். பாடநூலில் கையாளப்படும் மொழி யானது, மாணாக்கர்களின் மொழி அறிவை ஒட்டியதாக இருக்க வேண்டும். நூல்பொருள் இனிய, எளிய, தெளிவான நடையில் எழுதப்படல் வேண்டும். இயன்ற வரை தாய்மொழியின் தன்மைக்கு ஏற்றவாறு புதிய உயிரியல் சொற்களை ஏற்படுத்தலாம். இயலாத நிலையில் ஆங்கிலச் சொற்களை, தாய்மொழியின் உச்சரிப்பு, எழுத்து நிலைக்கேற்ப அப்படியே திசைச் சொல்லாக ஏற்றுக் கொள்ளலாம். எடுத்துக்காட்டாக செல், திசு, மைட்டோகாண்டிரியா, புரோட்டோப் பிளாசம் போன்ற சொற்களை அப்படியே தமிழில் ஏற்றுக் கொள்ள லாம். தாய்மொழியில் நூல் எழுதப்படும்போது, உயிரியல் பெயருக் கான உரிய ஆங்கிலச் சொற்களை அடைப்புகளில் தரலாம். உயிரியல்

பெயர்களை வட்டார மொழியில் எழுதும்போது, மத்திய-மாநில கல்வி நிறுவனங்களில் வெளியிடப்படும் கலைச்சொற்களையே பயன்படுத்த வேண்டும். உயிரியல் பாடநூலில் இரு பொருள்படும் சொற்களைப் பயன்படுத்தக் கூடாது. மாணுக்கர்கள் பாடநூலைப் படிக்கும் போது, நூலில் கையாளப்பட்டிருக்கும் இலக்கிய நடையும், பயன்படுத்தப் பட்டிருக்கும் சொற்களும் முக்கிய பங்கு ஏற்கின்றன. நடையை மதிப்பிடுவது கடினமேயாயினும், அதிக நீளமான வாக்கியங்களைத் தவிர்த்தல், நேரடியாகப் பொருளை விளக்கும் சொற்றொடர்களையும் வாக்கியங்களையும் பயன்படுத்துதல், போன்றவைகளைக் கவனிக்க வேண்டும். ஒவ்வொரு வாக்கியத்திலும் உள்ள கருத்துக்களின் எண்ணிக்கை, குறிப்பிட்ட பத்தியில் கூற இருக்கும் கருத்தை விளக்கும் ஆரம்ப வாக்கியங்கள், எண்ணங்களின் கோவை போன்ற முக்கிய கருத்துக்களைக் கவனத்தில் கொள்ளவேண்டும்.

மாணுக்கர்களுக்குப் பொருள் தெரியாத விஞ்ஞான, தொழில் நுட்பச் சொற்களையும், புதிய வேறு சொற்களையும் பாடநூலில் பயன் படுத்துதல் தவிர்க்கவேண்டும். கடினமான வார்த்தைகளைப் போதுமான அளவு எடுத்துக்கூறி விளக்காமல் விடுதலும், அதிகப்படியான கடின, தொழில் நுட்பமற்ற சொற்களைப் பயன்படுத்தலும், பல அறிவியல் கலைச்சொற்களைப் போதுமான அளவு விளக்காது விடுதலும் விரும்பத் தக்கதல்ல. உயிரியல் கருத்துக்களை விளக்குவதற்கு முன்னுல் அதற்கான சொற்களைப் பயன்படுத்தலும், அறிவியல் சம்பந்தப்பட்ட பாடநூல்களில் பொதுவாகக் காணக்கூடிய குறைகளாகும்.

கரும்பலகை
(Black-board)

கரும்பலகை சாதாரணமாக ஆசிரியர் வகுப்பில் பயன்படுத்த வேண்டிய துணைக்கருவியாகும். இது வகுப்பறைக்கு மிகவும் அவசியமான துணைக்கருவியாகும். கற்பித்தலை நன்கு புரிந்து கொள்ளும் நிலையில் விளக்கவும், கருத்துக்களை வரிவடிவத்தில் எழுதவும் கரும்பலகை மிகவும் பயனுள்ள ஒரு உத்தியாகும். சுவர்க் கரும்பலகை (Wall black-board), சுருட்டி வைக்கும் கரும்பலகை (Rolling black-boards), தாங்கியில் வைக்கக் கூடிய கரும்பலகை என இடத்திற்கும், சூழ்நிலைக்கும் ஏற்றவாறு பயன்படுத்த பலவகை உண்டு. இவற்றில் சுருள் கரும்பலகையானது கையாள்வதற்கு மிகவும் எளிதானது. சாதாரணமாகப் பயன்படுத்தும் கருப்பு வண்ணப் பலகையில் வெண்மையான சுண்ணும்புக் கட்டிகளைப் பயன்படுத்தி எழுதுவதே ஏனைய முறைகளில் சிறந்தது. வேறு வண்ணச் சுண்ணும்புக் கட்டிகளையும் இதற்குத் துணையாகப் பயன் படுத்தலாம்.

கரும்பலகையின் பயன்

மாணுக்கரின் கவனத்தை ஈர்க்கும் சக்தியானது இதற்கு உண்டு. உயிரியல் போதித்தலில் கரும்பலகையின் பயன் மிக அதிகமாகும். வாய்மொழியாக வர்ணிக்கப்படுகின்ற கருத்துக்களை வரி வடிவில் படங்களாகவும், வரி கோடுகளாகவும் கரும்பலகையில் அமைக்கும்போது மாணுக்கர் மனதில் அக் கருத்து விளக்கமாகவும் தெளிவாகவும் பதிகிறது. மாணுக்கர்களும் ஒரு குறிப்பிட்ட படம் வரையும்போது கையாளும் வழிகளையும், முறைகளையும் உற்றுக் கவனிக்கிருர்கள். வகுப்பறையில் ஆசிரியர் தொடர்ந்து பேசிக் கொண்டே இருப்பதிலிருந்து ஒருவகையான மாறுதலைக் கற்பித்தலில் ஏற்படுத்த இது பயன்படுகிறது. கற்றலில் மிகவும் உதவும் கேள்வி உணர்வையும், காட்சி உணர்வையும் இணைக்க இது பெரிதும் பயன்படுகிறது. இது மிகவும் சிக்கனமானது. இதில் கால விரயமும் கிடையாது. அட்டைகளில் படம் வரைந்து வந்து போதிப்பதைக் காட்டிலும் கரும்பலகையில் படம் வரையும்போதும் முக்கிய கருத்துக்களை எழுதுகிற போதும் சிறிது நேரமே செலவழிக்க வேண்டியுள்ளது. கரும்பலகையை முதலில் தயாரிக்கவும், சுண்ணும்புக் கட்டிக்கும் சிறிது செலவழிக்க வேண்டியிருப்பதன்றி வேறு செலவுகளும் கிடையாது. மாதிரிப் பொருளோ அன்றி அட்டையில் படம் வரைகிறபோது ஒவ்வொரு தடவையும் மை, அட்டை ஆகியவற்றிற்கு செலவழிக்க வேண்டும். ஆனல் கரும்பலகையை நாம் எண்ணற்ற தடவை அழித்துவிட்டு அதனையே மீண்டும் பயன்படுத்தலாம்.

ஆசிரியர் பாடம் தொடங்குவதற்கு முன்னர் உயிரியல் சம்பந்தப்பட்ட படங்களை வரைந்து போதிக்கக் கரும்பலகை மிக அவசியமான ஒன்ருகும். உயிரியல் ஆய்வகத்தில் பரிசோதனை செய்து காட்டும்போது பாகங்களை வரைந்து விளக்கக் கரும்பலகை அவசியமாகிறது. உயிரியல் சம்பந்தப்பட்ட பொருள்களின் பல்வேறு பாகங்களை வெவ்வேறு வண்ணச் சுண்ணும்புக் கட்டியால் வரைந்து விளக்கும்போது அது பெரும் பயனளிக்கிறது. சில வேளைகளில் கவனமாக வண்ணச் சுண்ணும்புக் கட்டியால் முக்கிய கருத்தை வலியுறுத்தி முன்னரே வரைவது சிறந்ததாகும். இவ்வாறு முன்னரே வரைந்து கொண்டால் வகுப்பறையில் எல்லாப் பகுதிகளிலும் தெளிவாக நன்கு தெரிகிறதா என முன்கூட்டியே கண்டு கொள்ளலாம். உயிரியல் பாட சம்பந்தமான படங்களை, வகுப்பு தொடங்கு முன்னரே கரும்பலகையில் வரைந்து கோடுகளும் பாகங்களும் இலேசாகத் தெரியும்படி அழித்துவிட்டு, பாடம் கற்பிக்கையில் விரும்பும் பகுதியை வேண்டியபோது விரைவாகவும், சரியாகவும் வரைந்து விளக்கிச் செல்லலாம். சுவர்க் கரும்பலகை

யானது குறுக்குச் சுவரின் முழு நீளத்திற்கும், ஆசிரியரின் செய்து காட்டும் மேஜைக்கு பின்புறமும் இருக்கவேண்டும். செய்து காட்டும்போது பாடச் சுருக்கத்தை கரும்பலகையின் இடது ஓரத்தில் தொடர்ந்து எழுதியும், நடுப்பகுதியில் பரிசோதனையைப் பற்றி விவரித்தும், வலதுபுறத்தில் மற்ற விபரங்களை எழுதியும் வந்தால் வசதியாக இருக்கும்.

கரும்பலகையை பயன்படுத்தும் முறை

உயிரியல் ஆசிரியர் வண்ண சீமைச் சுண்ணும்பு கட்டிகளை வகுப்பறையில் அதிகம் பயன்படுத்த வேண்டும். இவற்றின் உதவியால் வரைப் படத்தின் தேவையான பாகங்களை முக்கியப்படுத்தி விளக்கலாம். அதோடு மாணுக்கர்களின் கவனத்திலும் நிலைநிறுத்த முடியும். உதாரணமாக மனிதனின் மார்பு, வயிறு பாகங்களிலுள்ள உள்ளுறுப்புகளை படம் வரைந்து விளக்குகையில் இதயம், நுரையீரல், இரைப்பை, கல்லீரல், மண்ணீரல், சிறுகுடல், பெருங்குடல், கணையம் ஆகியவற்றை வெவ்வேறு வண்ணங்களால் குறிக்கும் போது அவற்றை மாணுக்கர் நன்கு அறிந்து கொள்வதோடு பாடத் தெளிவும் ஏற்படுகிறது. ஒரு செடியையும் அதன் வேர் பகுதியையும் கரும்பலகையில் வரையும்போது இலைகளை பச்சை வண்ண சீமை சுண்ணும்புக் கட்டிக் கொண்டும், வேர்களை பழுப்பு நிறக் கட்டிகளைக் கொண்டும் வரைய அதிக நேரம் பிடிக்காது. ஆனுல் விளைவானது வெள்ளை சுண்ணும்பு கட்டியால் வரைவதைவிட அதிக கவர்ச்சியாகவும் பயனுள்ளதாகவும் இருக்கும். சில வேளைகளில் ஆசிரியர் கரும்பலகையை தவறுகளையும் குறைகளையும் கண்டுபிடிக்கும் பயிற்சி அளிக்க பயன்படுத்தலாம். ஆனுல் தவருனவற்றையோ, குறைவுள்ளவற்றையோ கரும்பலகையில் தொடர்ந்து இருக்க அனுமதிக்கக் கூடாது. மாணுக்கர்கள் ஏட்டில் எழுதும்போது வற்புறுத்தப்படும் எழுத்துத் தெளிவு, அழகு, சரியான முறை ஆகியவை ஆசிரியர் கரும்பலகையில் எழுதும்போது கவனிக்க வேண்டும். வகுப்பறையில் கடைசி பலகையில் இருக்கும் மாணவனும் படிக்கத்தக்க அளவில் அழுத்தமாகவும் தெளிவாகவும் எழுத வேண்டும். கரும் பலகையில் எழுதும்போது மேல் புறத்தில் இடது புற மூலையில் தொடங்கி குறுக்கே வரிசையாக எழுத வேண்டும். அவ்வாறு எழுதுவது மாணுக்கருக்கு கவர்ச்சியை ஏற்படுத்தி கவனத்தை ஈர்க்கும். தெளிவில்லாமலும், மோசமாகவும் கரும்பலகையில் எழுதினுல் மாணுக்கர்களது ஆர்வத்தைப் பாழ்படுத்தும். இதனுல் கற்றலுக்கு கரும்பலகை ஒரு துணைக்கருவியாக அமைவதற்கு பதிலாக இதுவே ஒரு பெரிய தடையாக அமையும். கரும்பலகையில் தகவல்கள் குறிக்கப்படும்போது அது உண்மையானதாகவும் சரியானதாகவும் இருக்கவேண்டும். ஆசிரியர் தனக்கு சரியாகவும்,

தெளிவாகவும், உறுதியாகவும் அறிந்த தகவல்களையும் படங்களை யுமே கரும்பலகையில் எழுதவோ, வரையவோ வேண்டும். தவருன வற்றை குறிப்பதைவிட எழுதப்படாமல் இருப்பது நல்லதாகும். பாடம் தொடங்குவதற்கு முன்னரும், முடிந்த பின்னரும் கருக் பலகையை நன்ருக சுத்தமாகத் துடைக்க வேண்டும். பொதுவாக கரும்பலகையில் வெண்மையான சீமைச் சுண்ணும்பு கட்டிகளை உபயோகித்து வண்ண சுண்ணும்புகட்டிகளை வேறுபடுத்திக் காட்ட பயன்படுத்தலாம். ஆசிரியர் கரும்பலகையில் நீண்ட நேரம் பாட போதனையின்போது தொடர்ந்து எழுதுவது, படம் வரைவது தவிர்க் கப்படல் வேண்டும். கரும்பலகையில் எழுதுகிறபோது வகுப்பு ஒழுங்கு கெடாமல் பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும். கரும்பலகையில் எழுதும்போது மாணுக்கர்களின் பார்வையை தடை செய்யாத வகை யில் ஒரு ஓரமாக ஒதுங்கி நின்று எழுதவேண்டும். கரும்பலகைச் சுருக்கமானது தொடர்ச்சியாகவும், சுருக்கமாகவும் இருக்கவேண் டும். ஆசிரியர் கரும்பலகையில் விரைவாக எழுதவும், வரையவும் பயிற்சிப் பெற்றிருக்க வேண்டும். இதனுல் நேரத்தை மிச்சப்படுத்துவ துடன், மாணுக்கர்களின் கவனமும் சிதருமல் காக்க முடியும்.

படங்கள், மாதிரிப் படங்கள், விளக்க வரைப் படங்கள், நிழற் படங்கள், மாதிரிப் பொருள்கள்

(Pictures, Charts, Diagrams, Photos and Models)

(அ) உயிரியல் கற்பித்தலில் சிறந்த சாதனங்களாக இவை பெரி தும் பயன்படுகின்றன. கருத்துக்களைத் தெளிவாக்கவும், விரிவாக்க வும் செய்ய இத்துணைக் கருவிகள் பெரும் பங்கேற்கின்றன. கருத்துக் களை எளிதில் விளக்க படங்கள் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. "ஒரு படமானது ஆயிரம் வார்த்தைகளுக்குச் சமம்" என்ற சீனப் பழ மொழியின் கருத்தும் இதனையே விளக்குகிறது. ஆசிரியர், மாணுக்கர் இருவரும் சிறந்த முறையில் பங்கேற்று இவைகளை உருவாக்கினுல் மிகவும் விரும்பத்தக்க பயனை அளிக்கும். சில வற்றை ஆசிரியரே உருவாக்கலாம். சிலவற்றை நிறுவனங்களிலும் வாங்கலாம். சிலவற்றை பயிர்த்தொழில் துறை, சுகாதாரத் துறை, வனத்துறை, கால்நடைத் துறை முதலிய அலுவலகங்களிலிருந்தும் பெறலாம். ஓவியத்திலும், கைத்தொழிலிலும் சிறந்த மாணுக்கர் களின் துணைக் கொண்டும், பள்ளியில் கைத்தொழில் ஆசிரியர் துணைக் கொண்டும் இவற்றை தயாரிக்கலாம். அச்சிட்ட படங் களைக் கடைகளில் வாங்குவதைவிட ஆசிரியரே தயாரிப்பதில் பல நன்மைகள் உண்டு. படங்களில் தேவையான தகவல்களை

மட்டும் குறிப்பிட்டு, தடையாக இருக்கும் தேவையில்லாத விபரங்களைத் தவிர்த்து விடலாம். குறிப்பிட்ட தகவல்களை மட்டும் கொண்ட எளிய படங்களை அழகாகவும் விரைவாகவும் தயாரிக்கலாம். அவை கவர்ச்சியாகவும், பயன் உள்ளதாகவும் இருக்கும். உள்ளுறுப்புகளையும், பாகங்களையும் விளக்க படங்கள் பெரிதும் உதவுகின்றன. மனித உடலின் உள்ளுறுப்புகளையும், செல்லின் உள்ளமைப்பு, சிறு நீரகத்தின் வெட்டுத் தோற்றம் போன்றவற்றை விளக்கப் பயன்படுகின்றன. ஒரு கொள்கையை தெளிவாக்கவும் கருத்து விளக்கம் பெறுவதில் உள்ள சிரமங்களை அகற்றுவதற்கும் இவை உதவுகின்றன. மாணுக்கர்கள் புரிந்து கொள்வதில் மிகவும் சிக்கலும், அலுப்பும் தரக்கூடிய நீண்ட விளக்கங்களையும் எளிதாக்கி உயிரோட்டம் ஏற்படுத்தும் சக்தி இதற்கு உண்டு. இவை மாணுக்கர்களுக்கு கவர்ச்சியைத் தூண்டி ஆர்வத்தை ஏற்படுத்த பயன்படுகின்றன. கவனத்தை ஈர்த்து நிலைநிறுத்த மிகவும் உபயோகப் படுகின்றன. பெரும்பாலான அறிவியல் வகுப்பறை பயன்படுத்துவதற்கு வரை படங்கள் ஏற்ற துணைக்கருவிகள் ஆகும். சிலர் இதனை அதிக அளவில் பயன்படுத்துகின்றனர். சிலர் இதனை பயன்படுத்துவதே இல்லை. இது பல நற்பயன்களைக் கொண்ட சிறந்த காட்சித் துணைக் கருவியேயாயினும் சில குறைகளையும் கவனத்தில் கொண்டு பயன்படுத்த வேண்டும். இவ் வரை விளக்கப் படங்கள் ஒரு படத்தையோ அல்லது பல தொடர்ச்சியான படங்களையோ கொண்டிருக்கும். வரையப் பட்டிருக்கும் படங்கள் மிகவும் எளிதாக்கப் பட்டிருந்தால் இவைகள் எவற்றை குறிக்க உள்ளன என்பதையே மாணுக்கர்கள் புரிந்துகொள்ள மாட்டார்கள். பட அட்டையில் உள்ள விளக்க வரை படமானது ஆசிரியர் கரும்பலகையில் வரையப்படும் எந்த படத்திலும் மிகவும் சிறந்ததாகும். நன்கு காணக்கூடியதாகவும், தெளிவாகவும், கவர்ச்சியான வண்ணங்களையும், மெல்லிய கோடுகளையும், தரமான அச்சுக்களையும் கொண்டதாக அட்டைப் படங்கள் இருப்பதால் இவை கரும்பலகையில் ஆசிரியரால் குறிப்பதை விட சிறந்தது. இவ் விளக்கப் படங்கள் படப்பெருக்கியில் பயன்படுத்தும் நழுவங்களை விட சிறப்பானது. இதற்கு சிறிது முயற்சியும் குறைந்த பொருட் செலவும் போதுமானது. இவ் விளக்கப் படங்களில் கோடுகள் மிக மெல்லியதாகவும், எளிதில் பிரித்து அறியக் கூடியதாகவும் இருக்கின்றன. இவைகள் நாம் வேண்டிய நேரம் வரை வகுப்பறையில் மாட்டி வைத்திருக்கலாம். நழுவங்களை நீண்ட காலம் வைத்திருக்க முடியாது. ஆனால் நழுவங்களைவிட அட்டைப் படங்களை அதிக அளவில் சேமித்து வைப்பது கடினம். பாடநூலில் உள்ள படங்கள் சிறியவைகளாக இருப்பதால் அவைகளைக் கொண்டு வகுப்பறையில் ஆசிரியர் பாட போதனையின்போதும், கலந்துரையாடலின் போதும் விளக்குவது சிரமம். ஆனால் இப் படங்

களைப் பெரிய அளவில் அட்டைகளில் வரையப்பட்டு சுவரில் மாட்டி, நீண்ட மெல்லிய கம்புகளின் உதவியால் மாணுக்கர்களுக்கு விளக்க மிகவும் வசதியாக இருக்கும்.

தகுதியான படங்களை, தேர்ந்தெடுத்து, பயன் உள்ள வகையில் கையாள்வதில் முதல் படியாக உபயோகிக்கும் படம், பெரிய அளவிலும், கோடுகள் தெளிவாகவும், வண்ணங்கள் பளிச்சென்று கவர்ச்சியாகவும் இருக்கவேண்டும். படங்களில் உள்ள கோடுகள் நன்ருகத் தெரியும் வண்ணமும், வண்ணங்கள் அணைவருக்கும் நன்கு தெளிவாக விளங்கு முறையிலும் இருக்கவேண்டும். படமானது முக்கிய கருத்துக்களை மறைக்கும் படியாக தேவையற்ற அதிக விபரங்களைக் கொண்டதாக இருக்கக் கூடாது. பாகங்களின் பெயர்கள் தெளிவாகவும், கொட்டை எழுத்துக்களிலும் இருக்குமாறு அமைக்க வேண்டும். முக்கிய விபரங்களை நன்கு பதிய வைக்கும் வகையில் இவைகளைப் பயன்படுத்தலாம். அலங்காரத்திற்கென அதிகப்படியான வண்ணங்களும், பொருத்தமற்ற முறையில் உள்ள வண்ணங்களையும் கொண்ட படங்களையும் தவிர்க்க வேண்டும். படங்களில் இயன்றவரை சொற்களால் விளக்கம் தராமல், பாகங்களைக் குறிக்க தனித்தனி எண்கள் கொடுக்கப்பட்டிருந்தால் எந்த மொழியில் கற்பித்தாலும் அப்படத்தைப் பயன்படுத்துவது எளிதாகும். அவைகள் பாடங்களை வகுப்பறையில் மீள் பார்வை செய்யும்போதும், மாணுக்கர்களைச் சோதிப்பதற்கும் பயன்படுத்தலாம். வகுப்பறையில் உள்ள எல்லா மாணுக்கர்களுக்கும் இப் படங்களின் எல்லா பகுதிகளையும் எளிதில் பார்க்கும்படி இருத்தல் வேண்டும். குறைந்தது 60 செ. மீ நீளம், 40 செ. மீ. அகலம் கொண்ட அளவாவது இப் படங்கள் இருக்குமாறு அமைத்தல் நன்று. எனவே முழு அளவு காகிதம் 75 செ.மீ நீளம், 60 செ.மீ. அகலம் கொண்டவைகளை இதற்குப் பயன்படுத்தலாம். படங்களை ஓவியம் வரையும் வெள்ளைத் தாளில் இந்திய கருப்பு மையினுல் (Indian Ink) வரையலாம். பல வண்ணங்களில் சுவரொட்டிகளைத் தயார் செய்யும் மைகளைப் பயன் படுத்தியும் வரையலாம். தண்ணீரில் கரையும் சாதாரண வண்ணங்களையும் இதற்குப் பயன்படுத்தலாம். ஒரு படத்தைக் கொண்டு பல கருத்துக்களை விளக்குவதைவிடப் பல படங்களை பயன்படுத்துவதே தெளிவாக கற்பித்தலுக்குச் சிறந்தது. படம் தயார் செய்ய நல்ல தூரிகையையும், எண் குறிக்கவும் விளக்கம் தரவும் எழுத்து வடிவுப் பேனுவையும் பயன்படுத்துதல் நன்று. கருப்பு நிறத் தாளை மாணுக்கர் அதிக நேரம் கூர்ந்து கவனித்தாலும் கண் சோர்வு ஏற்படாது. எனவே கருப்பு வண்ண ஓவியம் வரையும் தாளில் வெள்ளை மை அல்லது மாறுபடும் வண்ணம் பயன்படுத்தி வரையும் படம் மிகவும் எடுப்பாக இருக்கும். பல வண்ணங்களால் தீட்டப்

பட்ட படங்கள் கருப்பு மையைப் பயன்படுத்தி வரைந்தப் படங்களை விட மிகவும் கவர்ச்சியாய் இருக்கும். மேலும் படங்களை பல வண்ணங்களால் வரைந்தால் விளக்கமும் எளிதில் கொடுக்கலாம். புத்தகங்களிலுள்ள சிறிய படங்களையும், மற்ற படங்களையும் பெரியதாக துணித் திரையில் வரைய, மங்கலான பிம்பம் வீழ்த்தும் கருவியைப் பயன்படுத்தலாம். படம் வரையப்பட வேண்டியத் துணியை ஒரு தகவல் பலகையில் பொருத்தி அதை ஒரு இருட்டறையில் வைக்க வேண்டும். புத்தகத்தில் உள்ள படத்தையோ அல்லது வரைய வேண்டிய படத்தையோ பிம்பம் வீழ்த்தும் கருவியில் (Projector) வைத்து பிம்பம் திரையில் விழுமாறு செய்ய வேண்டும். கருவியை முன்னும் பின்னும் நகர்த்தி திரையில் வேண்டிய அளவு படம் உண்டாக்கிக் கொள்ளலாம். ஒரு பென்சிலின் உதவியால் படத்தின் வெளிக் கோடுகளை வரைந்துக் கொண்டு, பின்னர் மை கொண்டு நன்கு தயாரித்துக் கொள்ளலாம். இவ்வாறு படம் தயாரித்தலை ஆசிரியருக்கு உதவும் வகையில் ஒரு செயல் திட்டமாகவும் செய்யலாம்.

கவர்ச்சியான வண்ணமும், எளிய முறையில் வரையப்பட்ட படங்களும் மாணவர்கள் விரும்புவதாக இருக்கும். ஆயினும் இவற்றுல் படத்தின் உரிய அளவோ சரியான விபரங்களோ பாதிக்கக் கூடாது. தூரத்திலிருந்து பார்த்தாலும் நன்கு புரியும் வகையில் இடம் அதிகம் விட்டு பெரியதாக படம் இருக்கவேண்டும். மாதிரிப் படங்கள், விளக்கப் படங்கள் எதுவாயினும் ஏற்ற வகையிலும் சரியான தகவல்களை உரிய அளவிலும், உண்மை வடிவை ஒத்தும் இருக்கவேண்டும். எக்காரணத்திற்காகவும் தகவல்கள் மிகைப் படுத்தக்கூடாது. நல்ல வெளிச்சம் நிறைந்த இடத்திலும் மாணுக்கர்கள் அனைவருக்கும் தெரியும் இடத்திலும் இவைகளை வைக்க வேண்டும். பார்வைக்குத் தேவையான காலமும் ஒதுக்க வேண்டும்.

படங்கள் கிழியாமலிருக்க படங்களின் நான்குப் பக்கங்களிலும் தானுக ஒட்டிக் கொள்ளும் நாடாவை (Self adhesive tape) பதித்து மடித்து ஒட்டிவிடலாம். படத்தின் மேலும் கீழும் மெல்லிய மரச் சட்டங்களைச் சுமார் 2 செ.மீ. அகலம் ½ செ.மீ. கனமுள்ளவைகளைப் பொருத்தலாம். சுவரில் மாட்ட மேல் சட்டத்தில் நூலைப்பொருத்தலாம். மர உருளைகளைப் பொருத்தி தேவையில்லாத போது படங்களை சுருட்டி வைக்கலாம். மனித உடலியல் கற்பிக்கையில் விளக்கப் படங்களாக ஒவ்வொரு மண்டலமும் தனித்தனியாகக் காட்டலாம். உதாரணமாக மூச்சு மண்டலம், எலும்பு மண்டலம், இரத்த ஓட்ட மண்டலம், கழிவு மண்டலம், தசை மண்டலம், நரம்பு மண்டலம், ஜீரண மண்டலம், புலன் உறுப்புக்கள் ஆகியவையும் மற்றும், தவளை, வண்ணத்துப் பூச்சி, கொசு இவைகளின் வாழ்க்கை

வரலாறு, தாவரங்களின் விதையிலா பெருக்க முறைகள், பலவ்கை வேர்கள், பூக்களின் பாகங்கள் ஆகியவற்றையும் வரைந்து காட்டலாம்.

புகைப்படங்களின் உதவியால் மிகவும் அதிகமான தூரத்தி லுள்ள பொருள்களையும் இடங்களையும் பற்றி கற்பிக்க உதவுகிறது. சில குறிப்பிட்ட நாடுகள் அல்லது இடங்களில் காணப்படும் விலங்குகள், தாவரங்கள் இவற்றை வகுப்பறையில் கற்பிக்க இவை பயன் படுகின்றன. வரலாற்றுத் தொடர்புடைய இடங்கள், நிகழ்ச்சிகள், உயிரியல் அறிஞர்களின் படங்கள், இன்று உலகில் காணப்படாத சில பிராணிகளின் படங்கள் ஆகியவற்றைப் பற்றிக்கூறவும், எளிதில் சென்று காண முடியாத இடங்களும் அவற்றில் காணப் படும் பொருள்களைப் பற்றி விளக்கவும், புகைப்படங்கள் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. பெரிய பண்ணைகள், தாவரத் தோட்டம் பார்வைக்குள் அடங்கும் வகையில் எடுத்த படங்கள், கல்விப் பயணங்கள் சென்று வந்த பின்னர் அவை சம்பந்தப்பட்ட புகைப் படங்கள், கண்ட காட்சிகளை விரைவாக நினைவு கூற பயன்படுகின் றன. மாணுக்கர்கள் சிலர் கண்டிராத, துள்ளெலி (Mole), மூஞ்சூறு (Shrew) போன்ற பிராணிகளை புகைப் படங்கள் மூலம் காணும் போது அதனைப் பற்றி நன்கு அறிய உதவுகிறது. இரவுகளில் வெளி வரும் பிராணிகளையும், மங்கிய வெளிச்சத்தில் காணக்கூடிய பிராணிகளையும், "பிளாஷ்" ஒளியில் எடுக்கப்பட்ட புகைப் படங் களின் உதவியால் தெளிவாக அறிய முடிகிறது. வௌவால் போன்ற பிராணிகளை மங்கிய ஒளியில் காணும்போது அவைகளைப் பற்றி சரியாக விபரங்களை அறிய முடியாது. சிறந்த புகைப்பட கருவிகளின் உதவியால் எடுக்கப்பட்ட நிழற்படங்கள் இதற்கு துணை செய்கிறது. பிராணிகளிலும், தாவரங்களிலும் ஏற்படும் திடீர் மாற்றம் (Mutation) போன்றவைகளை விளக்க நிழற்படங்கள் உதவுகின்றன. சில சிறந்த கற்பித்தல் துணைக் கருவிகளைப் பல காலம் திருப்தி அளிக்கும் நிலையில் வைத்திருக்க முடியாது. நீண்ட காலம் நல்ல நிலையில் காக்க முடியாதவற்றை நிழற் படங்களாகப் பயன்படுத்தலாம். மனிதனின் இதயம், மூளை, சிலவகை பெரிய கடல் வாழ் உயிரினங் களான திமிங்கலம், சுரு போன்றவைகளையும் நிழற்படங்களாகப் பயன்படுத்தலாம். பொதுவாக எப்போதும் மூடப்பட்டிருக்கும் உள்ளுறுப்புகளை திறந்து வைத்த நிலையில் எடுக்கப்பட்ட நிழற் படங்கள் கற்பித்தலுக்கு பயன்படுத்த உதவுகின்றன.

மாதிரிப் பொருள்கள்

(ஆ) மாதிரிப் பொருள்கள் உயிரியல் ஆசிரியருக்கு மிகவும் சிறப்பான துணைக்கருவிகளாகும். இதில் பொருளின் நீளம், அகலம்,

கனம் ஆகிய மூன்று நிலைகளையும் நன்கு அறிய முடியும். எனவே இவை படங்கள், விளக்கப் படங்களை விட இவை சிறந்தனவாகும். மாதிரிப் பொருள்களை மாணுக்கர்கள் கையால் தொட்டு அறிவதால், தொடு உணர்ச்சி என்ற மற்றுமொரு புலன் மூலமாகவும் பயிற்சி ஏற்படுகிறது. இது கற்றல் விரைந்து நடைபெற உதவுகிறது. இயற்கையில் சிறிய உருவங்களான பேன், கொசு, சிரங்குப் பூச்சி போன்றவைகளை பெரிய அளவில் செய்யலாம். மாதிரிப் பொருள்களைப் பல வகையாகப் பிரிக்கலாம். அவை உருவ அமைப்பை சிறிதும் மாற்ருமல் உருவத்தின் அளவை பெரியதாகவோ அல்லது குறைத்தோ செய்வதாகும். விளக்கத்திற்கான மாதிரிப் பொருள்கள் (Diagramatic models) கற்றலுக்கு உதவும் வகையில் சில முக்கிய மான அம்சங்களை மட்டும் நமக்கு தெளிவாக உருவ அமைப்பில் அதிக மாற்றம் இல்லாமல் அளவு விகிதம் சிறிது மாறுபடும் விதத்தில் செய்வது மற்ருெரு வகை. இதில் மற்ற பகுதிகள் அதிக விளக்கம் பெருது. காட்சிக்காக வைக்கப்படும் மாதிரிப் பொருள்கள் தோற்றப் பண்புகளை விளக்குவதாக இருக்கும். சில மாதிரிப் பொருள்கள் உருவ அமைப்பை அப்படியே ஒத்திராமல் ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியானது எவ்வாறு இயங்குகிறது என்பதை விவரித்து அமைத்தலாகும். தசையும், மூட்டும் இயங்கும் விதம் பற்றிய மாதிரிப் பொருள் இதற்கு உதாரணமாகும். இயங்கும் மாதிரிப் பொருள்கள் அசையும் பகுதிகளை அறிய பயன்படுகின்றன. மார்பறை, மாதிரிப் பொருள்களான மனிதனின் இதயம், நுரையீரல், கண், காது, தோலின் அமைப்பு, உணவுப் பாதை, சிறு நீரகங்கள், குரல்வளை, மூளை, பல்லின் அமைப்பு, நரம்பு மண்டலம், இரத்த ஓட்டம் போன்றவைகளைச் செய்யலாம். இலை, தண்டு இவைகளின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றங்களையும் மாதிரிப் பொருள்களாகச் செய்யலாம். வகுப்பில் பயன்படுத்த மாதிரிப் பொருளைத் தேர்ந்தெடுக்கும் போது அவை எல்லோருக்கும் நன்கு தெரியும் வகையில் பெரியதாக இருக்கவேண்டும். மாணுக்கர்கள் தனித்தனியாக உபயோகிப்பதாக இருந்தால் சிறியதாக இருக்கலாம். மாதிரிப் பொருள்களின் சிறப்பானது அதன் அமைப்பில் பாகங்கள் சரியான அளவிலும், இட அமைப்பின் சரியான தொடர்பையும் (Special relationship) பொருத்து இருக்கிறது. அது எந்த அளவிற்கு உண்மைப் பொருளை ஒத்துள்ளது என்பதையும் மாதிரிப் பொருளைத் தேர்ந்தெடுக்கும் போது கவனிக்க வேண்டும். அதோடு மாணுக்கரது வயதையும், பாடப் பொருளையும் கருத்தில் கொள்ளவேண்டும்.

மாதிரி உருவங்களை நாமே தயாரித்தலில் சில நன்மைகள் உண்டு. குறைந்த செலவில் தயாரிக்கலாம். கடையில் வாங்கிஞல் விலை அதிகமாக இருக்கும். பாடம் கற்பித்தலுக்குத் தேவையான அனேக மாதிரிப் பொருள்கள் ஆசிரியரே தயார் செய்துக் கொள்ள

லாம். மாதிரிப் பொருள்களாகத் தயாரித்தலை மாணுக்கர்களுக்கும் சிறப்பு செயல் திட்டங்களாகக் கொடுக்கலாம். இது அவர்களது அறிவியல் அறிவை மேலும் அபிவிருத்தி செய்ய பெரிதும் உதவும். இதனுல் ஏற்படும் திறமையும் மிகவும் பயனுள்ளதாகும். இப்பணி செய்வதால் உண்டாகும் திருப்தியானது நல்ல மனப்பான்மை வளர உதவுகிறது. உடல் உள்ளுறுப்புகளையும், பலவித பழங்களையும் மாதிரிப் பொருளாகச் செய்ய சீமைக் களிமண்ணை பயன்படுத்தலாம். தேன் மெழுகினைப் பயன்படுத்தி பூச்சிகளின் மாதிரி உருவம் செய்ய இயலும். இம் மாதிரி உருவங்களுக்கு கால்களுக்கு கம்பியும், இறக்கைக்கு மைகா தகடு ஆகியவற்றை பயன்படுத்தலாம். பல வண்ணங்களில் தயார் செய்து விற்கப்படும் களிமண்ணை (plastic clay - plasticene) பயன்படுத்தி வகுப்பில் கற்பித்தலுக்குப் பயனுள்ள அனேக மாதிரிப் பொருள்களைச் செய்யலாம். ஒரு பலகையில் மேடு பள்ள அமைப்பு மாதிரிப் பொருளாய் உடற்கூறு நூல் கற்பித்தலுக் கான சிறுநீரக அமைப்பு, தோலின் குறுக்கு வெட்டு, நுரையீரல் போன்றவைகளைச் செய்யலாம். சில பிராணிகளின் உருவமும் செய்யலாம். பாரிஸ் சாந்தினைப் பயன்படுத்தி மாதிரிப் பொருள் களைத் தயார் செய்வதும் எளிதாகும். காகிதத்தை ஊற வைத்து அரைத்து மாதிரிப் பொருள்கள் செய்யலாம். பெரிய மாதிரிப் பொருள்களை நிலையாக நிற்கச் செய்ய உட்புறம் கம்பிக்கூடு அமைத்து (Reinforcement with wire) செய்யலாம். மாதிரிப் பொருள்கள் சில சமயம் நிறத்திலும், பருமனிலும் மூலப் பொருளை ஒத்திராது. அச்சமயங்களில் தவருன கருத்துக்கள் மாணுக்கர் மனதில் பதியாமல் ஆசிரியர் பார்த்துக் கொள்ளவேண்டும்.

டயோரமா

(Diorama)

(இ) இயற்கை அமைப்பின் தோற்றத்தை நீள, அகல, உயர மூன்று பக்க நிலையில் (three dimensions) உண்மைப் பொருளைக் காண்பது போன்ற காட்சியை இது அளிக்கிறது. அரை சிலிண்டர் வடிவமாக உள்ள தகடு அல்லது அட்டையின் வளைவான உட்பாகத் தில் வெள்ளைத் தாள் ஒட்டி, மேல் பாகத்தில் நீல வானத்தின் நிறம் தீட்டி அதில் மேகங்கள், பறவைகள் பறப்பனப் போன்று சிறிய அளவில் வரையலாம். அடிப்பாகத்தில் சிறு குன்றுகளும், மரங்கள், புதர்களை வண்ணத்தில் வரையலாம். குன்றுகளை ஒட்டிய நிலையில் நீர் நிலைகளும், சமவெளிகளும் காட்டப்படும். இவ்வமைப்பை ஒரு செவ்வகமான அழகிய மரப் பெட்டியில் வைத்து முன் பாகத்தை கண்ணுடித் தகட்டைக் கொண்டு திறந்து மூடும்படியாக அமைக்க வேண்டும். இயற்கை எழில் தீட்டப்பட்ட அட்டையின் முன்

புறத்தில் பெட்டிக்குள் தகுந்த பல வகை மாதிரிப் பொருள்களை மெழுகினாலும், வண்ணக் களிமண்ணாலும் செய்தும், சிறிய பிராணிகளின் மாதிரிப் பொருள்களை வைத்தும் இயற்கைக் காட்சியின் மூன்று அளவுத் தோற்றம் (Three Dimensional view) காட்டலாம். இதனுள் மறைவாக பொருத்தப்பட்ட தகுந்த நிறமுடைய சிறு மின் விளக்குகளால் ஒளி பெறச் செய்யலாம். இதனை சிறிது தூரத்திலிருந்து காண மிக அழகாகத் தோற்றமளிக்கும்.

பிளானல் பலகை

(Flannel graph)

(ஈ) அறிவியல் கற்பித்தலில் அண்மை காலத்தில் கையாளும் முறைகளில் இதுவும் ஒன்றாகும். கத்தரித்து எடுத்தப் படங்களை நன்முறையில் காட்டுவதற்கு இது சிறந்த முறையாகப் பயன்படுத்தப் படுகிறது. இதனை கையாள்வதும், பயன்படுத்துவதும் மிகவும் எளிது. படங்கள் சேகரித்தும், தயாரித்தும், கத்தரித்து எடுக்கப் பட்ட படங்கள் எப்போதும் தயாரான நிலையில் கைவசம் இருப்பதால் தேவையானபோது நேரம் செலவழிக்காமல் பல ஆண்டுகள் மீண்டும் மீண்டும் பயன்படுத்தலாம். இதற்கு அதிகம் செலவும் ஆகாது. இது கரும்பலகைப் போன்றது. ஆனால் ஆசிரியர் இதில் எழுதுவதோ, வரைவதோ, கிடையாது. காண்பிக்க வேண்டிய படங்களையும், உருவங்களையும் முன் கூட்டியே சொர சொரப்பான தாளிலோ, அல்லது மை உறிஞ்சும் வண்ணத் தாளிலோ ஒட்டி, கத்தரித்து எடுத்து பலகையின்மேல் பொருத்தப்பட்டுள்ள சொர சொரப்பான பிளானல் துணி மீது வைத்தால் அவை விழாமல் நிற்கும். கத்தரித்து எடுக்கப்பட்ட படத்தின் பின் புறத்தில் சொர சொரப்பான மணல் தாளை (Sand paper) சிறு துண்டுகளாக கத்தரித்து ஒட்டியும் வைக்கலாம். ஆசிரியர் நிறைய மாதிரிப் படங்களையும், விளக்கப் படங்களையும் சேகரித்து அவைகளை ஒரே பலகையில் ஒன்றன் பின் ஒன்றாகப் பொருத்தி பயன்படுத்தலாம். இவைகளைத் தேவையான போது பொருத்துவதும் எடுப்பதும் மிகவும் எளிது. இதனால் பொருள்களும் எவ்விதமான சேதமும் அடையாது. ஒரு முறை கத்தரித்து எடுக்கப்பட்ட படங்களை அடிக்கடி தொடர்ந்து பயன்படுத்த முடியும். ஆகையால் இது பெரிதும் மதிப்பு வாய்ந்த துணைக்கருவியாகும்.

பிளானல் பலகையை எளிதில் தயாரிக்கலாம். 90 செ.மீ. நீளம், 60 செ. மீ. அகலம் அல்லது 120 செ.மீ. நீளம் அல்லது 90 செ.மீ. அகலமுள்ள பிளானல் துணியை நான்கு பக்கங்களிலும் மெல்லிய மரச் சட்டத்தின்மேல், துணியில் சுருக்கம் இல்லாமல் இழுத்து

வைத்து சிறு ஆணிகளை அடித்து இதனைத் தயாரிக்கலாம். மேற் சொன்ன அளவுள்ள பலகையின் மீது பிளானல் துணியின் சொர சொரப்பான பகுதி வெளியில் இருக்குமாறு பொருத்தியும் தயாரிக்க லாம். இன்னும் எளிய முறையினுல் தயாரிக்கலாம். இரண்டு மர உருளைகளுக்கு இடையே பொருத்தி நேராகத் தொங்க விடலாம்.

கத்தரித்து எடுத்த வண்ணப் படங்களையும், வரைப் படங்களை யும் பயன்படுத்துவதாக இருந்தால் வெள்ளை பிளானல் துணியை பயன்படுத்தலாம். நறுக்கி எடுத்த படங்கள் வெண்மையாக இருந் தால் சில கம்மிய வண்ண பிளானலைப் பயன்படுத்தலாம். வெள்ளை பிளானலில் பலவகை வண்ணப் படங்களைப் பொருத்துவது சிறந்தது. இந்த பிரகாசமான வண்ணப் படங்கள் மாணுக்கர்களின் கவனத்தை ஈர்க்க உதவும். இவற்றின் உதவியால், பிராணி இனங்களின் படங் கள், பலவகை இலை வடிவங்கள், உடற் கூறு சம்பந்தமான படங்கள், மற்றும் பூக்களில் நடைபெறும் மகரந்தச் சேர்க்கை, கருவுறுதல் ஆகியவற்றை நன்முறையில் விளக்கலாம்.

தகவல் பலகை

(Bulletin Board)

(உ) உயிரியல் ஆய்வகம் அறையில் அறிவியல் சூழ்நிலையை ஏற்படுத்த தகவல் பலகை அல்லது செய்திப் பலகை மிகவும் பயன் படுகிறது. உயிரியல் ஆசிரியர் இதனைச் சிறந்த முறையில் பயன்படுத் திஞல் நிறைந்த பயனைப் பெறலாம். கரும்பலகையைப் போலவே இதனையும் ஒரு சிறந்த கற்பிக்கும் சாதனமாகப் பயன்படுத்தலாம். இது மாணுக்கர்களுக்குக் கற்றலுக்குப் பயன்படும் பலவித தகவல் களைத் தருவதோடு மாணுக்கர்களிடம், சிந்திக்கும் ஆற்றல், பொறுப் புணர்ச்சி, மற்றும் திறமைகளை வளர்க்கவும் உதவுகிறது. தகவல் பலகையில் செய்தி தாள்களிலும். வார இதழ்களிலும் வரும் தாவரம், பிராணியியல் பற்றிய செய்திகள், கட்டுரைகள், படங்கள், முக்கிய கண்டுபிடிப்புகள், ஆராய்ச்சிகள், நிழற்படங்கள் போன்றவைகளை மாணுக்கர்கள் அறியும்படி பயன்படுத்தலாம். முக்கிய அறிவிப்புகள் வெளியிடவும் இதனை உபயோகிக்கலாம். இப் பணியினைக் கவனிப் பதற்கு மாணுக்கர்களையும் பொறுப்பேற்கச் செய்ய வேண்டும். அவர் களைப் பலக் குழுக்களாகப் பிரித்து, சுழற்சி முறையில் தகவல் பல கைப் பொறுப்பை ஒப்படைக்கலாம். விளம்பரம் செய்ய வேண்டிய தகவல்களையும், பொருள்களையும் சேகரித்தல், பழையனவற்றை எடுத்துப் பாதுகாத்தல், புதியனவற்றை வைத்தல் போன்ற பொறுப்பு களை அவர்கள் செய்யும்படி பயிற்றுவிக்கலாம். மாணுக்கர்கள் எழுதும் சிறந்த உயிரியல் கட்டுரைகள், வரைந்த சிறந்த படங்கள்,

எடுத்த நிழற்படங்களையும் உயிரியல் தகவல் பலகையில் வைத்து மற்ற மாணுக்கர்களையும் ஊக்குவிக்கலாம். உயிரியல் ஆசிரியர் இவர்களுக்கு வழிகாட்டியாக, பின்னணியிலிருந்து உதவவேண்டும்.

உயிரியல் ஆய்வக அறிவிப்பு பலகையானது கரும்பலகை அளவிலோ, அல்லது அதனைவிட சற்றுப் பெரியதாகவோ, கிடைக்கக் கூடிய சுவரின் இட வசதிக்கு ஏற்ப அமைத்துக் கொள்ளலாம். இதனை தக்கைப் பலகை, இரப்பர் பலகை அல்லது மிருதுவான பலகையால் அமைக்கப் பெற்ருல் குண்டூசிகளைக் குத்துவதற்கு மிகவும் எளிதாக இருக்கும். இதன் மீது மெல்லிய கம்பளத் துணியை பொருத்திஞல் கவர்ச்சியாக இருப்பதோடு குண்டூசி குத்தும் துவாரங்களும் தெரியாமல் இருக்கும். தகவல் பலகையில் பொறுத்தப் பட்ட நிழற் படங்கள், வெட்டி எடுக்கப்பட்ட முக்கிய பொருள்கள், கெடாமலும், பாதுகாப்பாகவும் இருக்க கண்ணுடி கதவுகளை அமைத்து பூட்டி வைக்கலாம். இரும்பு வலைக்கம்பியும் பயன் படுத்தலாம்.

தகவல்களை விளம்பரப் படுத்தும்போது அவைகளுக்கு கவர்ச்சியான தலைப்பு கொடுத்து, மாணுக்கரின் கவனத்தை ஈர்க்குமாறு அமைக்க வேண்டும். புதிய கண்டுபிடிப்பு. 'முக்கிய அறிவிப்பு', 'உங்கள் கவனத்திற்கு,' போன்ற தலைப்புகளில் வைக்கலாம். இத் தகவல் பலகையை யாவரும் எளிதில் காணும் இடத்தில் வைக்க வேண்டியது மிகவும் அவசியமாகும். அதிகமான தகவல்களை, நெருக்கமாக செய்திப் பலகையில் வைக்கக் கூடாது. தகவல் பலகையில் வைக்கும் செய்திகளும், படங்களும் உடனுக்குடன் மாற்ற வேண்டும். அப்போதுதான் மாணுக்கர்களின் கவர்ச்சியும், உற்சாகமும் குறையாது. இத் தகவல் பலகை நல்ல முறையில் இயங்க இவ்வாறு அடிக்கடி மாற்றி புதியவற்றை வைத்தல் மிகவும் அவசியம். புதியப் பொருள்களை அதிகம் சேகரித்து வர மாணுக்கர்களை ஊக்குவிக்க வேண்டும். விவசாயத்துறை, மீன்துறை, சுகாதாரத் துறை, வனத் துறைப் போன்ற அரசு அலுவலங்கள் வழியாக வெளியிடப்படும் சுவரொட்டிகளையும், முதலுதவிப் பற்றிய சுவரொட்டிகளையும் தகவல் பலகையில் பொறுத்திவைக்கலாம். பள்ளியில் உயிரியல் துறையின் சார்பில் மாணுக்கர்களால் வெளியிடப்படும் அறிவியல் இதழ்களையும் பார்வைக்கு வைக்க இதனைப் பயன்படுத்தலாம்.

உயிரியல் கற்பித்தலுக்கான மேலும் சில காட்சிப் பொருள்கள்

உயிரியல் பாடத்திற்கு 'காட்சித்துணைக் கருவிகளாக உண்மையானப் பொருள்களையும் பயன்படுத்தலாம். புதைப் படிவங்களுடன்

பலவகையான முதுகெலும்பில்லா பிராணிகள், சிறிய பிராணிகள், தாவரங்கள் போன்ற உண்மைப் பொருள்களைப் பயன்படுத்தலாம். நுண்ணுயிரிகளைக் கொண்ட நழுவங்களையும் கற்பித்தலுக்குப் பயன் படுத்தலாம். சில பொருள்கள் வகுப்பறைக்குள் கொண்டுவர முடியாத அளவு பெரியதாக இருக்கும். வேறு சிலப் பொருள்கள் எளி தில் கிடைக்காததும், விலை அதிகம் கொண்டதாகவும் இருக்கும். சில பொருள்கள் நமக்குத் தேவைப்படும் காலத்தில் கிடைக்காமலும் இருக்கும். இவைகளுக்கு, மாற்றுப் பொருளாக படங்கள், மாதிரிப் பொருள்கள், நிழற் படங்களைப் பயன்படுத்தலாம். ஆனால் உயிரி யல் ஆசிரியர்கள் எளிதில் கிடைக்கக் கூடிய உண்மைப் பொருள் களைக் காட்சித் துணைக்கருவியாகப் பயன்படுத்த வேண்டும். உயிரியல் சப்பந்தமான பொருள்களைப் போதுமான அளவு சேக ரித்து வகுப்பில் பயன்படுத்துவதை, ஒவ்வொரு உயிரியல் ஆசிரிய ரும் தனது குறிக்கோளாகக் கொள்ளவேண்டும்.

கீழ்க்காணும் சிலவற்றில் சிறப்பு கவனம் செலுத்தப்படலாம்.

1. நுண் உயிரினங்களின் நழுவங்கள் : நுண் பெருக்காடியால் காணக் கூடிய பிராணிகள், தாவரங்கள், சம்பந்தப்பட்டவைகளை ஆசிரியர் சேகரித்துப் பயன்படுத்தலாம். சிலவற்றை ஆசிரியரே தயாரிக்கலாம்.

2. பிராணிகளின் எலும்புகள் : நாய், ஆடு, முயல், பசு, மனிதன் போன்றவைகளின் மண்டை ஓடுகள், மற்றும் பலவகை எலும்புகள், முயல், நாய், தவளை, ஓணான், பாம்பு, பறவை போன்ற வைகளின் முழு எலும்புக் கூடுகளையும் சேகரித்து வைக்கலாம்.

3. பிராணி வகைகள் : திரவத்தில் பாதுகாக்கப்பட்டோ உலர்ந்த நிலையிலோ, மற்றும் பஞ்சு வைத்து தைக்கப்பட்ட பறவை கள் போன்றவைகளை, பொருளின் தன்மைக்கு ஏற்றவாறு சேகரித்து பாதுகாக்கலாம்.

4. தாவர இனங்கள் : உலர வைத்த நிலையில் அவைகள் வளரும் சூழ்நிலை, அல்லது இனத்தின் வகையாகப் பிரித்து சேமித்து வைக்கலாம்.

இவ்வாறு உயிரியல் சம்பந்தமானப் பொருள்களைச் சேகரிக்கும் போது, பாடத் திட்டத்தின் வரம்புகளைக் கருத்தில் கொள்ளக் கூடாது. முதுகெலும்புள்ளப் பிராணிகளைப் பற்றி அறிய வேண்டு மானால் தவளையையும், முயலையும் மட்டும் அறிந்தால் போதாது. இன்னும் அதிக அளவில் பல பிராணிகளைக் காணவேண்டும். பள்ளி அருங்காட்சியகத்தின் பகுதியாக தகுதியான உயிரினப் பொருள்களை அடுக்கிவைத்து கற்பித்தலின்போது பயன்படுத்த வேண்டும்.

காட்சி முறையில் கற்பித்தலுக்கேற்ற உயிரியல் சிறப்பு அம்சங்கள்

கல்வி கற்பித்தலில் காட்சித் துணைக்கருவிகள் அதிக அளவு பயன்படுத்தப்படினும் உயிரியல் கற்பித்தலில் அதன் தேவை மிகவும் அவசியமான ஒன்ருகும். நிழற்படங்கள், படச் சுருள்கள், மற்றும் திரைப் படங்கள் போன்றவை அனைத்தும் ஆரம்பக் காலத்தில் பெரும்பாலும் உயிரியலைப் பற்றியதாக இருப்பது இதற்கு தக்க சான்ருகும்.

நுண்ணிய உயிர்களிலிருந்து பெரிய திமிங்கலம் மற்றும் மறைந்த பெரிய ஊர்வன வகைகள் யாவும் உயிரினங்களைச் சார்ந்தவைகளாகும். இவைகளைக் காட்சிப் பொருளாக கற்பிக்க நுண்பொருள் நழுவங்கள் (Microscopic Slides), மாதிரிப் பொருள்கள், நிழற் படங்கள் போன்றவை உதவுகின்றன. எலெக்ட்ரான் நுண்தரிசினி மூலமாக மிக நுண்ணிய பொருள்களையும், நிழற்படங்களாகக் காண முடிகிறது. வாய்மொழியாக அருப நிலையில் கூறுவதைவிட காட்சி மூலம் உருவத்தைக் காணும்போது தெளிவாக உண்மைப் பொருளைப் புரிந்துகொள்ள முடிகிறது. ஒளி வீழ்த்தும் அசையும் படமாகவோ, அல்லது அசையாப் படமாகவோ, பலரும் ஒரே நேரத்தில் காண முடிகிறது. பளபளப்பான ஒளி அமைப்பு, பெரிய உருவம், புதுமை ஆகியவை கவனத்தை ஈர்க்கவும், ஆர்வத்தை வளர்த்து, முயற்சியைத் தூண்டவும் செய்கிறது. காட்சிப் பொருள்கள் உருவத்தைப் பெரிதுபடுத்தியோ அல்லது குறைத்தோ பருமன் பற்றிய பிரச்சனையை நீக்க உதவுகிறது. நுண்தரிசினி, தூரதரிசினி, நிழற்படக் கருவி ஆகியவற்றின் உதவியால் உருவத்தை நாம் விரும்பும் அளவில் கூட்டியோ, குறைத்தோ காண முடிகிறது. அசையும் திரைப் படங்களின் உதவியால் மிக மெதுவாக நடைபெறும் தாவரத்தின் வளர்ச்சிப் போன்றவற்றை விரைவாக நடைபெறுவதுப் போல் காட்டலாம். ஒவ்வொரு நிலையிலும், இடைவெளி விட்டு நிழற்படங்களை எடுத்து, பின்னர் இப்படச் சுருளை சாதாரண வேகத்தில் திரையிடும்போது வளர்ச்சியை விரைவாகத் தொடர்ந்து காண முடிகிறது. அஃதே போன்று விரைவாக நடைபெறும், இரத்தக் குழாயில் ஓடும் சிவப்பணுக்கள், சிலியாவின் அசைவுகள், மீன்களின் இடப் பெயற்சியின் அசைவுகளை விரைவாக எடுத்து (அதாவது நொடிக்கு 64,128 படங்களுக்கு மேலும்) அவற்றை மெதுவாக நொடிக்கு 24 படங்கள் என திரையிடும் போது நிகழ்ச்சிகள் மெதுவாக நடைபெறுவதாகத் தோன்றும். இக்காட்சித் துணைக் கருவிகள் காலம், இடம் ஆகியவற்றை நம் விருப்பப்படி வைத்து கற்பிக்க உதவுகின்றன. ஆண்டின் எந்த பருவத்திலேயும், தாவரத்தின் குளிர் கால அல்லது வெப்ப கால வாழ்க்கையை ஆராயலாம்.

வெப்ப பிரதேச வகுப்பறையில் இருந்துக் கொண்டு, துருவ பிரதேசத்தையும் ஆழ் கடலையும் எவ்வாறு உள்ளது என ஆராய லாம். காலத்தையும், விண்வெளியையும் நம் கட்டுப்பாட்டிற்குள் கொணர இது உதவுகிறது. சுருங்கக் கூறின் உலகத்தையே வகுப் பறைக்குள் கொண்டுவர முடிகிறது எனலாம். பூமியின் மறுபகுதியில் வாழும் உயிரினங்களையும், நீண்ட நெடுங்காலத்திற்கு முன் வாழ்ந்து மறைந்த பிராணிகளையும், குறிப்பிட்ட காலங்களில் மட்டும் தோன்றுபவைகளையும் காட்சி முறையில் காண்பித்து, உயிரியல் பாடத்தைக் கற்பிக்கையில் எழும் சிக்கலுக்கு தீர்வு காண இக் கருவிகள் உதவுகின்றன. நீண்ட இடைவெளி விட்டு நிகழும் நிகழ்ச்சிகளை, எடுத்துக்காட்டாக தவளை, வண்ணத்துப்பூச்சி போன்றவைகளின் வாழ்க்கை வரலாற்றை (life history) தொடர்ந்து விரைவாக காணவும், ஆராயவும் உதவுகின்றன. சில உயிரியல் சம்பந்தமான நிகழ்ச்சிகள் சிக்கல் நிறைந்தவை. உதாரணமாக செல் பிரிதலின் போது உட்கருவில் குரோமோசோமங்கள் பிரிதல், மரபுநிலை வழிவழிப் பண்புகள் (genitic inheritance) நைட்ரஜன் சுழற்சி போன்றவை. இக்காட்சித் துணைக்கருவிகளின் உதவியால் எளிதாக்கியும், பிரித்துக் காட்டியும், செய்துக் காட்டியும் விளக்கும் போது மாணுக்கர்கள் எளிதில் புரிந்துக் கொள்ளுகிருர்கள். அது போலவே சில உள்ளுறுப்புகளை ஆரம்ப நிலையில் உள்ள மாணுக்கர் கள் எளிதில் புரிந்துக்கொள்ள கடினமாக இருக்கும். எடுத்துக் காட்டாக தவளையின் இதயத்திலிருந்து புறப்படும் தமனியின் உள்ளமைப்பை மாதிரியாகச் செய்து விளக்கும்போது எளிதில் புரிந்துக் கொள்ள முடியும். உயிரியலில் சில செய்முறைப் பயிற்சியின் போது படிப்படியாக செய்ய வேண்டிய முறைகளை ஒரு தடவைச் செய்து காட்டினுல் மட்டும் புரிந்துக் கொள்வதும் நினைவில் வைத்துக் கொள்வதும் கடினம். பல முறை செய்து காட்டுவதும் இயலாத காரியம். இந் நிலையில் பலப் படிகளையும் நிழற்படங்களாக எடுத்து வைத்தால் மாணுக்கர்கள் தேவைப்படும்போது அவைகளைப் பார்த் துச் செய்ய உதவியாக இருக்கும். உயிரியலில் வேர்த்தூவியின் வளர்ச்சி மெதுவாக நடைபெறுவதையும், பச்சோந்தியின் நாக்கு விரைவாக இயங்குவதையும் நிழற்பட கருவியின் உதவியால் நாம் விரும்பும் வேகத்தில் படமாகக் காண முடிகிறது. உயிரியல் என்பது உயிருள்ளப் பொருளைப் பற்றிய படிப்பாயினும், உண்மையில் நாம் இறந்த தாவரங்கள், பிராணிகளை வைத்தே படிக்கிருேம். பள்ளித் தோட்டம், நீர்வாழ் பிராணிகளை வளர்த்தல், நில வாழ் பிராணிகளை வளர்த்தல், போன்றவை ஓரளவு உதவினுலும், சலன திரைப்படங் கள் பிராணிகளின் நிறம், வாழும் இயற்கைச் சூழ்நிலை, அவைகளின் இயக்கம், வாழ்க்கை முறை, செயல்களையும் காண உதவுகிறது. வகுப்பறையில் உயிரியல் பாடத்தின்போது பிராணிகளை அதன்

இயற்கையான வாழும் இடத்திலிருந்து எடுத்துக் கொண்டு வந்து படிக்கிறோம். ஆனால் காட்சித் துணைக் கருவியின் உதவியால் மாணக்கர்கள் ஆயிரம் மைல்களுக்கு அப்பாலும், ஆழ்கடலிலும், பாலை நிலத்திலும், காடுகளிலும் உள்ள உயிரினங்களை அவை உள்ள இடத்திலேயே கண்டு அறிகிறார்கள்.

ஒளியியல் துணைக்கருவிகள்

(Optical aids)

ஒரே நேரத்தில் வகுப்பறை முழுவதும் படம் காண்பிக்கவும், எல்லோராலும் ஆராய்ந்து பார்க்கக் கூடிய வகையில் ஒரு சிறியப் பொருளைப் பெரிய அளவில் படமாகக் காட்டவும், ஒளியியல் கருவிகள் பயன்படுகின்றன. திரைப்படத்தின் வாயிலாக வெளி உலகை வகுப்பறைக்குக் கொண்டு வரவும், இவைகள் உதவுகின்றன. இக் கருவிகள், நழுவங்கள், படச் சுருள்கள், திரைப்படங்கள் ஆகியவற்றை திரையில் விழச் செய்வதற்கு உதவும் பிம்பம் வீழ்த்தும் கருவியாகும். இவை இருவகைப்படும். அசையா நிழற்படங்களைத் (Still Pictures) திரையில் விழச் செய்ய படம் பெருக்கி, (Magic Lantern) எபிடயாஸ் கோப்பு, எபிஸ்கோப்பு, பிலிம்ஸ்டிரிப் புரொஜெக்டர், மைக்ரோ புரொஜெக்டர் போன்றவை பயன்படுகின்றன. மற்றொன்று சலனப் படங்களை (Motion Pictures) காட்டும் திரைப் பட கருவியாகும். இவை ஒளியுடன் கூடிய படம் காட்டக் தக்க தாகவும், ஒலியற்ற படங்களைக் காட்ட கூடிய வகையிலும் இருக்கும்.

படம் பெருக்கி

(Magic Lantern)

(அ) இவ்வொளிப் படப் பெருக்கியால், ஒளிபுகும் சிறிய நழுவத் தின்மூலம், பெரிய அளவில் பிம்பமாக படத்தை விழச் செய்யலாம். இதில் விளக்கு அதாவது பல்பு வைக்கப்பட்டிருக்கும் இடத்தை உடைய ஒளி கொடுக்கும் அறை, விளக்கின் ஒளிக் கதிர்களை குவிக் கும் அமைப்பு (Condenser), நழுவத்தை ஒளிக்கதிர் கற்றைக்கு நேராக பொருத்துவதற்கேற்ற நழுவம் தாங்கி, பிம்பம் பெரியதாக விழுவதற்கான லென்சு ஆகியவை இருக்கும். ஒளியியல் கொள் கைப்படி பிம்பமானது திரையில் தலைகீழாகவும் வலது இடதாகவும், விழும். எனவே நழுவத்தை வைக்கும்போது மேல் பாகம் கீழாக வும், இடது புறம் வலது புறமாகவும் நழுவம் தாங்கியில் வைக்க வேண்டும். இதனை உறுதிப்படுத்த இரண்டு வெண் புள்ளிகளை நழுவத்தின் ஓரத்தில் வைத்து விட்டால் எளிதாக இருக்கும். நழு வங்களின் அளவுகள் பலவாறாக பல்வேறு நாட்டுக் கருவிகளில் பொதுவாகப் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. இங்கிலாந்து நாட்டு

படம் பெருக்கி கருவியில் $3\frac{1}{4}'' \times 3\frac{1}{4}''$ அளவு நழுவங்களும் அமெரிக்கப் படம் பெருக்கியில் $4\frac{1}{4}'' \times 3\frac{1}{4}''$ அளவுள்ள நழுவங்களும், ஐரோப்பிய நாடுகளில் 9 செ.மீ. × 6 செ.மீ. அளவுள்ள நழுவங்களும். மற்ற ஏனைய எல்லா நாட்டிற்கும் ஏற்ற அளவு சிறிய நழுவங்களாக 50 மி.மீ. × 50 மி. மீ. அமைத்து படம் வீழ்த்தப்படுகிறது. பெரிய அளவு நழுவங்களில் விபரமாகக் குறிப்பிட்டுக் காட்டமுடியும். ஆனுல் அவை தடிப்பான தாகவும், கையாள்வதற்கு பெரியதாகவும் இருக்கும். எல்லா விதமான உயிரியல் பாடப் பொருள் குறித்தும் படம் வரைந்தும் பயன்படுத்தலாம். கண், பல், தோல், இவற்றின் அமைப்பு, பூவின் பல்வேறு பாகங்கள், உடற்கூறு சம்பந்தமான பல்வேறு மண்டலங்கள் ஆகிய அனைத்தும் நழுவங்கள் மூலம் நிழற் படமாகவோ, அச்சிட்டோ, வரைந்தோ காட்டலாம். நழுவத்தில் நிழல்பட மூலமாகக் காட்டுவது செலவு பிடிக்கக் கூடியதாகும். நழுவத்தில் வரைவது மிகவும் எளிது; சிக்கனமானது; விரைவில் செய்யக் கூடியது. இதற்குத் தேவையானது சுத்தமான நழுவத்தில் கனடா பால்சத்தை மெல்லியதாகத் தடவி அதன் மீது படம் வரையும் பேனுவால் நீரில் அழியாத பல வண்ண இந்திய மையைக் கொண்டு வரைவதாகும்.

பலவகைக் கண்ணுடி நழுவங்களைத் தயாரித்தல்

1. நிழற்பட நழுவங்கள்

(ஆ) இது நிழற்பட நெகட்டிவில் உள்ள பிம்பத்தைக் கண்ணுடித் தட்டில் பதிய வைப்பதாகும். இக்கண்ணுடித் தட்டில் படம் விழக் கூடிய வேதியல் பொருளானது பூசப்பட்டிருக்கும். நிழற்பட பாசிட்டிவ் பிலிம்மை சுத்தம் செய்வதுபோல் இக்கண்ணுடித் தட்டைச் சுத்தம் செய்து கண்ணுடி நழுவம் தயாரிக்கலாம்.

2. சொரசொரப்பான கண்ணுடி நழுவம்

நழுவம் தயாரிக்கும் அளவுள்ள கண்ணுடித் தட்டை அமிலத்தைக் கொண்டோ, சாணைப் பிடிக்கும் கல்லைக் கொண்டோ, சொரசொரப்பாகச் செய்து, அப்பகுதியில் மையாலோ, வண்ண பென்சிலாலோ, படம் வரைவதாகும். இது பல வகையிலும் சிறந்ததாகும். படத்தை வேண்டாதபோது சோப்பு, தண்ணீர் கொண்டு நீக்கிவிட்டு மறுபடியும் பயன்படுத்தலாம். இதனைப் பயன்படுத்துவதும் எளிது. படம் நழுவத்தின் அளவில் இருந்தால் படத்தின் மீது கண்ணுடி நழுவத்தை வைத்து அப்படியே வரைந்து விடலாம். படத்தைப் பட விளக்கு நழுவ பென்சிலைக் (lantern slide pencil) கொண்டு வண்ணத்தை உண்டாக்கலாம். படத்தைப் பாதுகாப்பாக

வைக்கத் தேவைப்பட்டால் இதன் மீது மெல்லிய கண்ணுடித் தட்டை அதன் அளவுக்கு வைத்து சுற்றி பசை கலந்த நாடாவினுல் ஒட்டி வைக்கலாம்.

சாதாரண மையினுல் தயாரிக்கும் நழுவங்கள்

இதனை தயாரித்தல் மிகவும் எளிது. விரைவிலும் தயாரிக்கலாம். சாதாரணக் கண்ணுடித் தட்டை சோப்பு தண்ணீரால் சுத்தம் செய்து, நன்ருக உலர்ந்த பின்னர், மெல்லிய பசைப் பொருளைத் தடவி, வரைய வேண்டிய படத்தின் மீது வைத்து வரையலாம். வண்ணப்படம் உண்டாக்க நீர் வண்ணக் கலவையைப் பயன் படுத்தலாம்.

வேண்டிய அளவுள்ள கண்ணுடித் தட்டில் 'கண்ணுடிமை' (glass ink) பேனுவால் வரையலாம்.

வேண்டாத அல்லது கெட்டுப் போன நிழற்பட பிலிம்மை எடுத்து அதில் உள்ள பிம்பத்தை நன்ருக கழுவி விட்டு உலர்ந்த பின்னர் இந்திய மைக் கொண்டு எழுதி, அல்லது படம் வரைந்து நழுவம் தயாரிக்கலாம்.

சுத்தமான கண்ணுடித் தட்டில் விளக்குப் புகையால் கருப்பாக்கியோ, விளக்கு மையால் கருப்பு பூசியோ, அதன் மீது ஊசி அல்லது கூறிய முனைக் கொண்டு எழுதுதல் அல்லது வரைதல் செய்யலாம். பின்னர் கெடாமல் பாதுகாக்க வார்னிஷ் பூசியோ அல்லது கண்ணுடியால் மூடியோ உபயோகிக்கலாம்.

செலபோன் நழுவங்கள்

4 அங். × $3\frac{1}{4}$ அங். அளவுள்ள செலபோன் தாளை இரண்டு கண்ணுடித் தட்டுகளுக்கு இடையில் வைத்து ஓரங்களைப் பசை நாடாவினுல் ஒட்டி வைப்பதாகும். இதனை, செலபோன் தாளை இரண்டு கார்பன் தாள்களுக்கு இடையில் வைத்து டைப் செய்து, பின்னர் அதனைப் பிரித்தெடுத்து, கண்ணுடி தகடுகளுக்கு இடையில் வைத்து தயாரிக்கலாம். செலபோன் தாள்களுக்கு இடையில் பாசிட்டிவ் பிலிம்மை வைத்தும் தயாரிக்கலாம். இப் படங்களை 'கொடாக்' நீர் வண்ணத்தை உபயோகித்து வண்ணப் படமாகவும் செய்யலாம்.

இவ்வாறு தாயாரிக்கப்பட்ட நழுவங்களைப் பயன்படுத்தி படப் பெருக்கியால் சுவரிலோ அல்லது திரையிலோ, சிறிய உருவங் களைப் பெரிய அளவில் பிம்பமாக விழச் செய்யும் மிக எளிய உத்தி யாகும். பெரிய கூட்டங்களில் படம் காண்பிப்பதற்கு இக்கருவியைப்

மைக்ரோ புரொஜெக்டர்
(Micro projector)

(எ) உயிரியல் கற்பித்தலில் இது ஒரு சிறந்த காட்சித்துணைக் கருவியாகும். இதன் உதவியால் நுண்ணிய, உயிருள்ள ஜீவராசிகளையும் திரையிலோ, சுவரிலோ காண்பிக்கலாம். குளம், குட்டை, கடல் நீரில் காணப்படும் நுண்ணிய உயிரினங்களைக் காணலாம். கருவியை நேராக வைத்து, சிறிய குழிவான பார்வை கண்ணுடித் தட்டில் (Water glass) குளத்து அடி நீரை வைத்து, அதில் காணப்படும் உயிரினங்களை அறியலாம். மாணுக்கர்களுக்கு நுண்தரிசினியின் உள்ளிருப்பதைச் சுட்டி காண்பிப்பதைவிட இதனில் மாணுக்கர்கள் நோக்க வேண்டியவற்றை எளிதில் சுட்டிக் காட்டி விளக்க முடியும். நுண்ணிய பொருள்களைக் கொண்ட நழுவங்களைத் திரையிடவும் இக் கருவி உதவுகிறது. இதுவும் ஒருவகை உரு பெருக்கி ஒளி அமைப்பாகும். மிகக் குறுகிய குவியத் தூரத்தைக் கொண்ட லென்சுகள் பயன்படுத்தப் படுவதால் பெரிய உருவங்கள் தோன்றுகின்றன. இதன் பயன்களாவன : இது அதிக நுண் உயிர்களைப் பெரியதாகக் காட்டுவதால், நுண்தரிசினியை பயன்படுத்த பயிற்சிப் பெருதவர்களுக்கும், போதுமான அளவு நுண்தரிசினி இல்லாதபோதும் இதனைப் பயன்படுத்தலாம். மிக நுண்ணிய உயிரியல் பொருள்களையோ, அல்லது அதன் பகுதிகளையோ துல்லியமாக வரைவதற்கு இதனை பயன்படுத்தலாம். உயிருள்ள நுண்கிருமிகளின் பிம்பங்களைத் திரையில் விழச் செய்வதற்கு இதனை உபயோகிக்கலாம்.

நுண்பெருக்கியில் காணக் கூடிய எல்லாப் பொருள்களையும் இதில் பார்க்கலாம். இக் கருவியைப் பயன்படுத்தும்போது அறையை இருட்டாக்குதல் நன்று. இது ஒரு பிம்பம் வீழ்த்தும் நுண்பெருக்காடியாகும். இதன் பிம்பத்தை நேரான திரையிலோ சுவரிலோ விழச் செய்து வகுப்பு மாணுக்கர்கள் அனைவரையும் காணச் செய்யலாம். பிம்பத்தின் அளவு ஒரு அடிக்கு அதிகமாகவும், சுமார் 20 மடங்கு பெரியதாகவும் இருந்தால் 12 அடி தூரத்திற்கு அப்பால் இருந்து மாணுக்கர்களால் தெளிவாக காண இயலாது. இக்கருவி மூலமாக பிம்பத்தினைக் கிடையாக பெஞ்சின் மீது படும்படியாக அமைக்கலாம். ஒரு வெள்ளைத் தாளை வைத்து படமும் வரைந்து கொள்ளலாம். ஒளிவழங்கும் அமைப்பானது படச்சுருள் புரொஜெக்டருக்கு உள்ளது போலவே யாகும். மிக நுண்ணிய உருவ அமைப்பும், குறைந்த எண்ணிக்கையும் உள்ள சிறிய உயிரியல் பொருள்களை உடனடியாக ஒரே நேரத்தில் வகுப்பு முழுவதும் காண்பிக்க இது மிகவும் சிறந்த சாதனமாகும். ஒரு பூச்சியின் வாய் பாகத்தையும், தேனீக்கள் மகரந்தத் தூளைத் தாங்கிவரும் பகுதியையும், மண்புழுவின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தையும், கருவியல் பற்றிய நழுவங்

களையும் மாணுக்கர்கள் இடம் பெயராமல் வகுப்பறையிலேயே காண்பிக்க இது பெரிதும் உதவுகிறது. இவ்வாறு குழுவாக ஒரே சமயத்தில் காணும்போது பயனுள்ள வகையில் விவாதித்து அறிந்துக் கொள்ள வகைச் செய்கிறது. இவ்வாறு அமைப்புகளை உரு பெருக்கி திரையில் காண்பிப்பதோடு சிறு உயிரினங்களின் அசைவுகளையும், நடமாட்டத்தையும் நன்கு காண்பிக்கலாம். கடல் நீரில் காணப்படும் மிதக்கும் நுண் உயிரிகள் (Plank ton) மற்றும் கண்ணுக்குப் புலனுகாத நுண் உயிரிகளின் அசைவுகளையும், அமைப்பையும் காணலாம். ஹைட்ரா, வால்வாக்ஸ் போன்ற சிறிய உயிரினங்களின் பிம்பங்களைத் திரையில் காட்டும்போது மிகவும் கவர்ச்சிகரமாக இருப்பதோடு மாணுக்கர்களும் அமைதியாக கவனிப்பார்கள். இக் கருவி மிக நுண்ணிய பொருள்களான பாக்டீரியா, ஒரு செல் பிராணிகள் ஆகியவற்றை மிக அதிக அளவில் பெரியதாக திரையில் காட்ட பயன்படுகிறது. நுண்பெருக்காடியில் நாம் எதைக் காண வேண்டும் என்பதை விரும்புகிருேமோ, அதைக் கண்டார்களா என்பதற்கு உறுதி ஏதுமில்லை. மேலும் ஓரிரு நுண்பெருக்காடி மட்டும் இருப்பின் எல்லா மாணுக்கர்களும் வரிசையில் நின்று காண நேரமும் செலவாகும். சரியான படம் வரைவதற்கும் இது சிறந்த துணைக்கருவியாகும்.

நுண் பெருக்காடி
(Microscope)

(ஏ) உயிரியல் துறையில் நுண்பெருக்காடி கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. ஒரு புதிய உலகையே ஏற்படுத்தியது. பதினேழாம் நூற்ருண்டில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட இதன் மூலம் நுண் உயிரினங்களை விஞ்ஞானிகள் கண்டபோது இன்று சிறுவர்கள் கண்டு மகிழ்வதைப் போல் பெரிதும் குதூகலமடைந்தனர். இது சாதாரணமாக கண்ணுக்குப் புலனுகாத நுண் உயிரிகளையும் செல் அமைப்புகளையும் காண பெரிதும் உதவுகிறது.

இதுவரை ஒளி வீழ்த்தும் கருவிகளைக் கொண்டுப் பொருளின் பிம்பங்களைத் திரையில் விழச் செய்வதையும் அதன் அசைவுகளை மைக்ரோ புரொஜக்டர் மூலமும் கண்டோம். உயிரியல் கற்பித்தலில் தனி நுண்பெருக்காடி, கூட்டு நுண்பெருக்காடி பயன்படுத்துதல் மிகவும் அவசியமானதாகும். இதனைப் பற்றி உயிரியல் ஆசிரியர் நன்கு அறிந்திருத்தல் தேவையான ஒன்ருகும்.

பகுந்து பார்த்தலுக்கான தனி நுண்பெருக்காடி
(Simple Dissecting microscope)

(i) பள்ளி ஆய்வகத்தில், கையால் பிடித்துக் கொண்டு, பார்க்கும் கைப்பிடி லென்சு (Hand-lens) தேவையான அளவிற்கு

குறைவாகவே இருக்கும். இதில் வேண்டிய அளவு, உருபெருக்கித் தன்மை இருப்பினும் இதனை ஒரு கையால் பிடித்துக் கொண்டு பார்க்கவேண்டும். சில சமயங்களில் இரு கைகளையும் பயன்படுத்தி நுண்பெருக்காடிமூலம் பார்த்துப் பரிசோதனை செய்யவேண்டியிருக்கும். இவ்வாறு கை சோதனை செய்வதற்கு வசதியாக இருக்க கீழ்க்கண்ட முறைகளைக் கையாளலாம்.

1. கடிகாரம் பழுது பார்ப்போர் கண்ணில் பொறுத்திக் கொண்டு உபயோகிக்கும் லென்சைப் பயன்படுத்துதல். அதாவது லென்சை திறந்த முனையுள்ள கூம்பின் கூரிய முனையில் பொருத்தி, மறு முனையை, சாதாரண கண்ணுடி போல் கண்ணில் வைத்து பொருத்திப் பார்ப்பது.

2. பகுந்து பார்த்தலுக்கு உதவும் நுண்பெருக்காடி செய்தல்.

செவ்வக மரக்கட்டையில் இடையில் சாய்வாக வெட்டி எடுத்து விட்டு அதில் ஆடியைப் பொருத்தி, மேலே நழுவம் வைப்பதற்கு, கண்ணுடி தட்டை அமைத்து, அடிக்கட்டையிலிருந்து செங்குத்தாக சிறிய தூண் போன்ற அமைப்பின் நுனியில் லென்சைப் பொருத்துவதாகும். இவ்லென்சைப் பொருளின் தெளிவிற்கு ஏற்றவாறு உயர்த்தவோ, தாழ்த்தவோ செய்யலாம். ஒளியானது சாய்வாக உள்ள ஆடி வழியாக பிரதிபலித்து கண்ணுடித் தட்டின் மேலுள்ள நழுவத்தின் வழியாக லென்சை அடையும். அதனைப் பயன்படுத்திப் பூச்சிகளின் வாய்ப்பாகம், மண்புழுவின் சீட்டே, மற்றும் பூச்சிகளின் உமிழ்நீர் சுரப்பிகளை ஆராயலாம்.

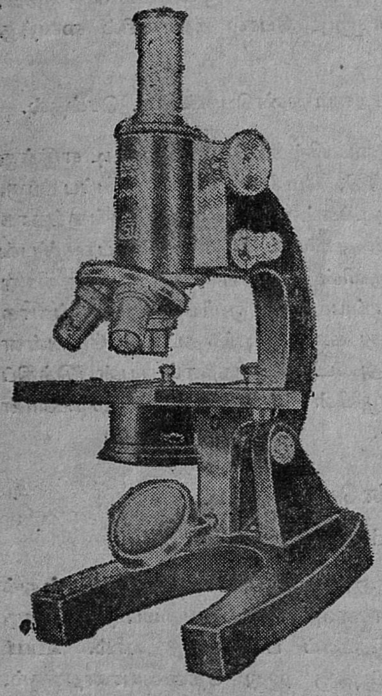
கூட்டு நுண்பெருக்காடி
(Compound microscope)

(ii) உயர்நிலைப் பள்ளியில் ஆசிரியர் பரிசோதனைச் செய்துக் காட்டவும், நுண்பொருள்களைக் காணவும், செல் அமைப்பு, உட்கரு போன்றவைகளை விளக்கவும் இதனைப் பயன்படுத்தலாம். உயர்நிலைப் பள்ளி உயிரியல் மேல் படிப்புக்கு இது தேவையானதாகும். போதுமான அளவு இல்லாவிடினும் ஒவ்வொரு பள்ளியிலும் ஒன்றிரண்டாவது அவசியம் இருத்தல் வேண்டும். உயிரியல் மாணுக்கர்களை இக் கருவியை எவ்வளவு விரைவில் பயன்படுத்த முடியுமோ அவ்வளவு விரைவாகப் பயன்படுத்த ஊக்குவிக்க வேண்டும். நுண்பொருளைக் காண ஒரு இயற்கையானத் துணைக்கருவி என்பதை அவர்கள் உணர வேண்டும். மாணுக்கர்கள் தொடர்ந்தும், பல வகைகளிலும் இதனைப் பயன்படுத்துதல் வேண்டும். கூட்டிலிருந்து வெளியில் எடுக்கும்போதும், லென்சை சரி செய்யும்போதும் மெது

வாகவும், கடினமான பொருள்களுடன் மோதாமலும் எடுக்க வேண்டும். இதிலுள்ள லென்சைத் துடைக்கும்போதும், சொர சொரப்பான அல்லது அசுத்தமான தாள். துணிக் கொண்டு துடைக்கக் கூடாது. மீண்டும் வைக்கும் போதும் அடியிலுள்ள லென்சை நேராக கீழ் நோக்கி இல்லாமலும் திருப்பி வைக்கவேண்டும்.

அமைப்பு

இக் கருவியின் உட்குழாயில், மேல் நுனியில் கண்பார்வைக்கு அருகில் ஒரு லென்சும், அடியில் பொருளுக்கு அருகில் ஒரு லென்சும் உள்ளன. பொருளை ஒட்டிய லென்சில் (Objective lens) பெரிது படுத்தும் மடங்கு குறிக்கப்பட்டு இருக்கும். இது குறை திறன் (Low power), உயர் திறன் (High power) என இரு வகைப்படும். குறை திறன் என்பது பொருளைச் சாதாரணமாக 10 மடங்கும் (10×) உயர் திறன் லென்சு 43 மடங்கும் (43×) பெருக்கிக் காட்டும். கண் அருகில் உள்ள லென்சிலும் (Eye piece) உருவத்தைப் பெருக்கிக் காட்டும் மடங்கானது 5×, 10×, அல்லது 15× என குறிக்கப்பட்டிருக்கும். இந்த கூட்டு நுண்பெருக்காடியின் உதவியால் பொருளின் மடங்கை அறிய பொருளருகு லென்சின் மதிப்போடு, கண்ணருகு லென்சின் மடங்கைப் பெருக்க வேண்டும். எடுத்துக் காட்டாக பொருளை ஒட்டிய லென்சின் மடங்கு 45 யோடு கண்ணருகு லென்சின் 10 மடங்கைப் பெருக்கினுல் பொருளின் அளவு 450 மடங்காகப் பெருகித் தெரியும்.



படம்-5.
கூட்டு நுண்பெருக்காடி

இரும்பாலாகிய இக்கருவி, கை (Arm) என்னும் மேல் நோக்கிய பகுதியையும், அதனைத் தாங்கும் அடியை (Base) யும் கொண்டது. மேல் நோக்கிய குழாய் பகுதிக்கு உடல் குழாய் (Body tube) என்று பெயர். லென்சுகளைத் தாங்கியுள்ள இக்குழாய் மிகவும் முக்கியமான

ஒன்ருகும். பொருள் வைக்கப்பட்டிருக்கும் தளத்திற்கு அடியில் ஒளிக்கற்றையினைக் குவிக்கும் லென்சும் (Condenser) ஒளியைக் கட்டுப் படுத்தும் அமைப்பும் (diaphragm), ஒளியைப் பிரதிபலிக்கும் ஆடியும் (Mirror) உள்ளன. பொருளின் மீது ஒளிக்கற்றை சரியாக விழ, ஒளிக்கற்றையைக் குவிக்கும் லென்சு உதவுகிறது. மாணுக்கரின் இடபுறமுள்ள திருகைப் பயன்படுத்தி, இதனைமேல் நோக்கியும், கீழ் நோக்கியும் நகர்த்தி ஒளிக் கற்றையைச் சரி செய்யலாம். ஒளியைக் கட்டுப்படுத்தும் அமைப்பானது இத்துடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. ஒளியைத் தேவைக்கு ஏற்றவாறுத் திறக்கவும், மூடவும், வேண்டிய அளவு ஒளியைச் செலுத்தவும் இது பயன்படுகிறது. ஒளியைப் பிரதிபலிக்கும் ஆடியும் நுண்பெருக்காடியின் ஒரு முக்கிய உறுப்பாகும். சரியான ஒளியானது மிகவும் அவசியமாகும். இவ்வாடி இரு பக்கங்களைக் கொண்டது, சமதளப்பகுதி அதிக ஒளியின் போதும், மற்ருெரு பக்கமுள்ள குழி ஆடி (Concave mirror) மந்தமான ஒளியின்போதும் பயன்படுத்த அமைக்கப் பட்டுள்ளது. பொருள் தாங்கியில் கண்ணுடி நழுவத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ள பொருளின் தெளிவான காட்சி ஏற்பட, லென்சுகளின் குவியத் தூரத்தை ஏற்ருற்போல் சரிசெய்ய இருவகைத் திருகுகள் உள்ளன. முதலில் பெரிய திருகை உபயோகித்து (Course adjustment) பொருளின் சுமாரான காட்சி ஏற்படச் செய்து பின்னர் சிறிய திருகின் உதவியால் (Fine adjustment) சரியான தெளிவான காட்சியை ஏற்படுத்தலாம்.

நுண்பெருக்காடியை தொடக்கத்தில் பயன்படுத்தும்போது அதைக் கையாள்வது சிரமம் மட்டும் அன்றி வேறு சில பிரச்சனைகளையும் மாணுக்கர்கள் மனதில் எழாமல் பார்த்துக் கொள்ளவேண்டும். ஒன்று பொருளின் அளவு (Size) பற்றியது. நுண்பெருக்காடியின் மூலம் பார்க்கும் முன்னர், சிறுவர்கள் பொருளின் உண்மையான வடிவத்தைப் பார்த்துப் பின்னர் கருவியில் காணும்போது, அமீபா சிறு வெள்ளைப் புள்ளியாகவும், மகரந்தத்தூள் மஞ்சள் பொடியாகவும், ஸ்பைரோஜைவி வெறும் இழையாகவும் தோன்றும். இதனையே நுண்தரிசினியில் அதாவது நுண்பெருக்காடியில் காணும்போது உண்மை வடிவத்திற்கு உள்ள வேறுபாட்டை நன்கு உணருவார்கள். இதுபோலவே பொருளின் உண்மையான திறமும், நேரில் காணுவதற்கும், நுண்பெருக்காடியில் லென்சு மூலம் காணுவதற்கும் வேறுபடும். பொருளின் கனபரிமான அள (Three dimentional) வையும் ஆசிரியர் விளக்க வேண்டும். பைனுக்குலர் மைக்ராஸ் கோப்பு மூலம் கனபரிமான அமைப்பை உணரலாம். எடுத்துக்காட்டாக சாதாரண நுண்தரிசினியில் காணும்போது அமீபாவிலுள்ள பொய்கால்களும் (Pseudosodia) பரமேசியத்திலுள்ள சிலியாவும் அதன்

தட்டையான உடலின் ஓரத்தில் இருப்பதாகத் தோன்றும். ஆனால் இவை உடல் முழுவதிலுமிருந்து நீட்டிக் கொண்டுள்ளன என்பதை ஆரம்ப காலத்தில் நுண்தரிசினியைப் பயன்படுத்தும் மாணாக்கர்களுக்கு ஆசிரியர் நன்கு விளக்க வேண்டும்.

நிழற்படக் கருவி
(Camera)

நிழற்பட கருவியால், நிழற்படமெடுத்தலை ஒவ்வொரு உயிரியல் ஆசிரியரும் நன்கு அறிந்திருத்தல் அவசியமாகும். உயிரியல் பாட போதனைக்கு நிழற்படக் கருவி பெரும் அளவு உதவக்கூடும். நிழற்படமெடுத்தல் இன்று பெரும்பாலோர்க்கு நன்கு தெரிந்த சிறந்த பொழுதுபோக்காகவும் வருவாய் தரும் பணியாகவும் உள்ளது. பொதுவாக கருப்பு-வெள்ளை நிழற் படங்கள், வண்ணப் படங்களை விட அதிகமாக எடுக்கப்படுகிறது. சிறந்த உயிரினப் பொருள்களை வண்ணப் படங்களாக எடுக்க மின்சாரத்தால் உண்டாகும் சக்தி வாய்ந்த ஒளி (Flash) சிறந்ததாகும். பொருள் செலவு செய்தல் தடையில்லாவிடில் உயிரியல் ஆசிரியருக்கு புகைப்படமெடுத்தல் பெரும் பயனளிக்கும். தொடர்ச்சியாக வளர்ச்சியினை அவ்வப்போது படமெடுக்கவும், சில வேளைகளில் உண்டாகும் இயற்கை நிகழ்ச்சிகள், சிறப்பான வாழ்விடங்கள் போன்றவைகளைப் படமெடுக்கலாம். அசையும் திரைப்படம், அசையாப்படம் போன்றவைகளை எடுக்கவும், நிழற்படக் கருவி பயன்படுகிறது. இக் கருவியின் உதவியால் நாம் விரும்பும் அளவில் உயிர் பொருள்களின் வடிவத்தையோ, உடற் பகுதியையோ, பெருக்கியோ, குறைத்தோ காண முடிகிறது. திமிங்கிலம், யானை போன்ற வகுப்பிற்குள் கொண்டு வர இயலாத பெரிய உருவங்களை நிழற்படக் கருவியின் உதவியால், புகைப் படங்களாக சிறிய அளவில் எடுக்கலாம். தாவரத்தின் வளர்ச்சி, மொட்டு மலர்தல், போன்றவைகளை ஒவ்வொரு நிலையிலும் நிழற் படங்களாக எடுத்து தொடர்ச்சியாகக் காண உதவுகிறது. நுண்பெருக்காடியுடன் நிழற்படக் கருவியை இணைத்து கண்ணுக்குப் புலனாகாத, உயிரினங்களின் உருவங்களை நிழற்படங்களாக எடுத்து வேண்டிய அளவில் பெரிதாக்க உதவுகிறது. சிக்கல் நிறைந்த உயிரியல் நிகழ்ச்சிகளான, செல் பிரியும்போது உட்கருவில் குரோமோசோம்கள் பிரிதல் போன்றவைகளையும் நிழற் படங்களாக எடுக்கலாம்.

உயிரியல் ஆசிரியர் பல அளவுள்ள படமெடுக்கும் நிழற்பட கருவிகளையும், அவற்றைத் திறம்பட கையாண்டு தேவையானப் படங்களை எடுக்கவும், பயிற்சிப் பெறல் அவசியமாகும். வண்ண நிழற்படமெடுப்பது அதிக செலவும் நேரமும் ஆகக்கூடிய ஒன்று

கும். வண்ணத்தில் நிழற் படமெடுப்பதற்கு முன்னர் சாதாரண வெள்ளை-கருப்பு நிழற்படமெடுத்து பயிற்சிப்பெறல் பெரும் பயனளிக்கும். நிழற்படமெடுக்கையில், தெளிவான படம் உண்டாக, ஒளி, பொருள் உள்ள தூரம் ஆகியவற்றைச் சரி செய்துக் கொள்வது அவசியமாகும். சில நிழற்படக் கருவிகளில் பொருள்கள் உள்ள தூரத்திற்கு ஏற்றவாறு குவியத் தூரத்தை மாற்றிக் கொள்ளும் வசதிகள் இருக்கும். பலவகையான நிழற்படக் கருவிகள் இன்று உள்ளன. அவைகளைப் பல படங்களை இணைத்து எடுக்கும் படச் சுருள்களாகவோ, தனித்தனிப் படங்களாகவோ, தனிப்படத் துண்டுகளாகவோ எடுக்கக் கூடியவை என வகைப்படுத்தலாம். கல்வி உலா போன்று வெளியில் செல்லும் போது காணும் அரிய காட்சிகள், பல வகையான பிராணிகளையும், தாவரங்களையும் அருகிலிருந்தும், தூரத்திலிருந்தும் தனியாகவோ, கூட்டமாகவோ படங்கள் எடுக்க இன்று பலவகைகளிலும், அளவுகளிலும் நிழற்படக் கருவிகள் உள்ளன. சிறிய நிழற்படக் கருவிகளில் $2\frac{1}{4}$ அங். × $2\frac{1}{4}$ அங். நெகட்டிவ் அளவுள்ள அசையா நிழற்பட கருவி சிறந்ததாகும். 35 மி.மீ. நிழற்பட மெடுக்கும் கருவியும் சிறிய புகைப்படக் கருவி வகையைச் (miniature Camera) சேர்ந்ததாகும். 35 மி.மீ. பட அளவுள்ள நிழற் படக் கருவியைக் கொண்டு, வேறு துணைக்கருவிகளைப் பயன்படுத்தி அருகில் உள்ள படங்களை எடுக்கவும், பெரிய அளவுப் படுத்தவும், நகல் எடுக்கவும், நுண் பொருள்களை, நுண்பெருக்காடியின் உதவியுடன் நிழற்படமும், பலவகை லென்சுகளைப் பயன்படுத்தி உயிரியல் சம்பந்தமான பல படங்களையும் எடுக்கலாம். உயிரியல் ஆசிரியருக்கு 35 மி. மீ. நிழற் படக்கருவி மிகவும் பயனுள்ளதாகும். இதற்கான சாதாரண, வண்ண பிலிம்களும் கிடைக்கின்றன. இவற்றின் பாசிட்டிவ் பிலிம்மை திரையில் ஒளிப்படமாகக் காட்டலாம். சலனப் படமெடுக்க ஆரம்ப நிலையில் உள்ளவர்களுக்கு 8 மி. மீ., 16. மி. மீ., நிழற்படக் கருவிகள் உள்ளன. அவைகளில் 25 அடி, 50 அடி, 100 அடி நீளமுள்ள பிலிம்களைப் பொருத்துமாறு பல அளவுகள் உள்ளன. இதில் பலவகையான லென்சுகளும், ஒளியைக் கட்டுப்படுத்த பலவகையான சாதனங்களும் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். அசையும் நிழற்படக் கருவிகளில் ஒலியையும் படத்துடன் பதிவுச் செய்துக் கொள்ளும் வசதியுள்ளன. ஒலி இல்லாமல் அசையும் படங்களை மட்டும் எடுக்க உதவும் கருவிகளும் உள்ளன. இவ்வாறு ஒலி இல்லாத அசையும் படங்களில் பின்னர் ஒலிப்பதிவை (dub) இணைத்துக் கொள்ளலாம்.

சிறந்த முறையில் நிழற்பட மெடுக்க தக்க வகையில் ஒளியினைக் கட்டுப்பாடு செய்துக் கொள்ளுதல் மிகவும் அவசியமாகும். குறைந்த ஒளியோ, இயற்கையின் ஒளி போதுமானதாக இல்லாத நிலையிலோ,

செயற்கை ஒளியைப் பயன்படுத்துதல் அவசியம். மிக அதிகமான ஒளியோ அன்றி குறைந்த ஒளியோ படத் தெளிவைப் பாதிக்கக் கூடியவை. ஒளிக் கட்டுப்பாடு அமைப்பு உதவியுடன் இதனைச் சரி செய்யவேண்டும். பல்வகை உயிரியல் பொருள்கள், அவை வாழும் சூழ்நிலைகள் இவற்றுடன் மாதிரிப் படங்கள், விளக்கப் படங்கள், அச்சிட்டப் பொருள்கள், வேறு நிழற் படங்களையும் நகல் எடுக்க நிழற்படக் கருவி உதவுகிறது. உயிரியல் ஆசிரியர், ஒளி, தூரம், இவைகளைச் சரிசெய்து தெளிவாக படம் எடுக்கும் முறைகளையும், பின்னர் பாதுகாப்பான இருட்டறையில் பிலிம்மை, நிழற்படக் கருவி யிலிருந்து நீக்கி, நெகட்டிவ் தயாரிக்கும் முறைகள், அவற்றைக் கழுவுவதற்கு பயன்படுத்தும் வேதியற் பொருள்கள் நெகட்டிவ் தயாரித்த பின்னர் படம் நகல் எடுத்தல் பெரிது படுத்துதல் (enlarging) போன்றவைகளை அறிந்திருத்தல் மிக அவசியமான ஒன்றாகும். படம் எடுத்த பின்னர் கழுவுதற்கு பள்ளியிலேயே இருட்டறை ஆய்வகத்தை (School dark room Laboratory), அமைக்கலாம். இதில் ஒளி புகாத வசதியோடு, சுத்தமானதும், தூசு இல்லாததுமான நீர் ஓடிக் கொண்டிருக்கும் அமைப்புள்ள நீர்த் தொட்டி வசதியும் தேவை. ஒவ்வொரு பள்ளியிலும் ஒரு நிழற்படபெட்டி, படம் பெருக்கும் அமைப்பு, பிலிம் கழுவ இருட்டறைப் போன்றவை இருத்தல் அவசியம். நிழற்பட மெடுக்க படச்சுருளைக் (Roll Film) கொண்ட சிறிய கைநிழற்படப் பெட்டி பொதுவாகச் சிறந்ததாகும். இது எளிய அமைப்போடு கையாள்வதற்கும் எளிது. இதன் விலையும் குறைவு. நிழற்படக் கருவிகள், தாங்கியில் வைத்து படம் எடுக்கும் கருவி (Stand Camera), மடக்கிக் கொள்ளும் கை நிழற்படக் கருவி (Folding Hand Camera) சிறிய அளவு படமெடுக்கும் நிழற்படக் கருவி (Miniature Camera), என பல வகைப்படும். தாங்கியில் வைத்து நிழற்பட மெடுக்கும் கருவியில் லென்சிற்கும் படம் விழும் இடத்திற்கும் இடையே உள்ள தூரத்தை மாற்றி வைத்துக்கொள்ள வசதியான அமைப்பு (Bellows) உள்ளன. இது பெரிய அளவு படங்களை எடுக்க பட மெடுத்தலைத் தொழிலாகக் கொண்டவர் பயன்படுத்துவர். உயிரியல் ஆசிரியர் பட அளவு $3\frac{1}{4}$ அங். $\times 2\frac{1}{4}$ அங். உள்ள பெட்டியை பயன்படுத்தலாம். மடிப்புகளைக் கொண்டகை நிழற் பெட்டி போதுமானது. நிழற்படப் பெட்டியின் மேற்பரப்பில் பிம்பம் தெளிவாக விழும் பட அமைப்பும் பயனுள்ளதாகும். 35 மி. மீ. அளவு சிறிய புகைப்பட மெடுக்கும் நிழற்படக் கருவியால் சினிமாப் படங்கள் போன்றவைகளை எடுத்து அதனைப்படம் வீழ்த்தும் கருவியால் நிழற் படங்களைத் திரையில் பல நூறு மடங்கு பெருக்கிக் காட்ட பயன் படுத்தப் படுகிறது. இது எடுத்துச் செல்ல வசதியோடு குறைந்த ஒளியிலும் படம் எடுக்க வசதி பொருத்தப்பட்டுள்ளது.

கேள்விப் புலன் துணைக்கருவிகள்

வானொலி (Radio)

கற்பித்தலுக்கான செவிப்புலன் துணைக்கருவிகளில் வானொலி மிகுப்பயன் விளைவிப்பதில் ஒன்ருகும். இது மார்கோனி என்னும் இத்தாலி நாட்டு அறிவியல் அறிஞரால் முதன் முதல் செய்து காட்டப்பட்டது. நம் நாட்டில் அகில இந்திய வானொலி நிலையமும், பிரிடீஷ் நாட்டு ஒலிபரப்பு வாரியமும் (B. B. C.) மாணுக்கர்களுக்கான கல்வி ஒலிப் பரப்புகளை செய்து வருகின்றன. அடிக்கடி அறிவியல் சம்பந்தமான தலைப்புகளில் பேசப்படும் கருத்துக்கள் மாணுக்கர்களுக்கு அளவிடற்கரிய பயன் விளைவிப்பதாகும். தமிழ் நாட்டில் சென்னை, திருச்சி, வானொலி நிலையங்கள் உயர் நிலைப் பள்ளி மாணுக்கர்களுக்கான கல்வி ஒலிப்பரப்பில் குறிப்பிட்ட நாட்களில் அறிவியல் பாட சம்பந்தமான ஒவ்வொரு வகுப்பு பாடத் திட்டத்தை அனுசரித்தும் ஒலிபரப்பப் படுகின்றன. இது அனுபவம் மிகுந்த ஆசிரியர்களைக் கொண்டும், வானொலி நிலையத்தின் வசதிகளுடன் நன்முறையில் தயாரித்து ஒலிபரப்பப் படுகிறது. இந் நிகழ்ச்சிகள் பற்றிய நிகழ்ச்சி நிரல் போன்றவை முன்னதாகவே கல்வி நிலையங்களுக்கு அனுப்பப்படுவதால் ஆசிரியர்கள் இதனைப் பயன்படுத்தி மாணுக்கர்களைக் கேட்கச் செய்தால் அது கற்பித்தலுக்கு பெரும் துணையாக அமையும். வானொலிப் பேச்சுகளின் வாயிலாக, பாடத் திட்டப் பொருளை அன்றி அறிவியல் அறிஞர்களின் வாழ்க்கை வரலாறுகள், அவர்களது கண்டுபிடிப்புகள், அறிவியலால் ஏற்பட்டுள்ள நன்மைகள், உயிரியல் சம்பந்தமான தலைப்புகளில் சிறப்புச் சொற்பொழிவுகள், கலந்துரையாடல், புதிய கண்டுபிடிப்புகள், அறிவியல் அறிஞர்களின் வாழ்க்கை வரலாற்றை நாடகமாக நடித்தல், அறிவியல் விந்தைகள், புதிய அறிவியல் சாதனைப் பற்றிய சொற்பொழிவுகள் மற்றும் தொற்று நோய்களைப் பரப்பும் நுண் உயிரிகள், சத்துணவு, மற்றும் சுகாதாரம் சம்பந்தமான பேச்சுகளும் மாணுக்கர்கள் பெறும் பயன்களாகும். குறிப்பிட்ட பாடத்தில் மிகுந்த அறிவும் அனுபவமுள்ள ஆசிரியரின் சொற்பொழிவை எல்லா பள்ளி மாணுக்கர்களும் கேட்டுப் பயனடைகின்றனர். இப் பேச்சுக்களைப் பதிவு செய்யும் போது வேறு எவ்வகையான ஒலி இடையூறும் இன்றி பதிவு செய்து ஒலிபரப்பப் படுவதால் இவை தெளிவையும், மனதில் நன்கு பதியவும் செய்கிறது.

வானொலி நிகழ்ச்சியை மாணுக்கர்கள் கேட்கச் செய்யும்போது அதற்கு ஆயத்தம் செய்தல், நிகழ்ச்சியைக் கேட்டல், பின் தொடர் செயல்கள் என மூன்று வகையாக ஏற்படுத்திக் கொள்ளலாம். வானொலி பாட வகுப்பிற்கு ஆயத்தம் செய்தல், அவசியமான

ஒன்றாகும். மாணாக்கர்கள் எல்லோரும் எவ்விதமான இடையூறும் இன்றி கேட்கவும், நன்முறையில் அமைதியாக அமர்ந்து கேட்க இருக்கை வசதியும் செய்யவேண்டும். கேட்கப்படும் பொருள் பற்றி சிறு குறிப்பும், முன்னுரையும் கொடுத்து பொருளில் கவர்ச்சியை ஏற்படுத்தலாம். வானொலிப் பாடம் கேட்கும்போது ஆசிரியர் வகுப்பில் அமைதி பராமரிப்பதோடு, கரும்பலகையில் சொற்பொழி வில் இடம் பெறும் கடின வார்த்தைகளையும், புதிய வார்த்தைகளை யும் எழுதலாம். எல்லோரும் கேட்கும் அளவில் ஒலியை அளவுப் படுத்துதல், தேவையான ஒளி, காற்றோட்டம் இவைகளையும் கவனிக்க வேண்டும். கவனத்தைச் சிதற வைக்கும் வேறு ஒலிகள், செயல்களை நீக்குதல் அவசியம். மாணாக்கர்கள் விரும்பினால் சொற்பொழிவின் போது குறிப்பு எடுக்க அனுமதிக்கலாம்.

வானொலிப் பாடம் முடிந்ததும், ஆசிரியர் பின் தொடர் பணி யாக செய்ய வேண்டியது முக்கிய வேலையாகும். வானொலிப் பாடத் தில் கூறப்பட்ட புதிய சொற்கள், கலைச்சொற்கள், கடினமான சொற் களை நன்கு விளக்க வேண்டும். வானொலிப் பேச்சில் குறிப்பிட்ட பரிசோதனைகளையும், விளக்கப் படங்களையும் விளக்கிக் கூறவேண் டும். அவர்கள் வானொலிப் பாடத்தில் கேட்டவற்றை வகுப்பு மாணாக்கர்களின் நிலைக்கும், முன்னறிவுக்கும் ஏற்ற வகையில் மேலும் நன்றாக விளக்கப்படல் வேண்டும். கேட்டப் பொருளிலுள்ள இடை வெளிகளை நிரப்பியும், சுருக்கமாகக் கூறப் பட்டவைகளை விளக்கியும், தொடர்பு படுத்தியும் ஆசிரியர் தவறாது செய்யவேண்டும். வானொலி யில் கேட்டப் பொருள் குறித்து வினாவுதல், விவாதித்தல், கட்டுரை வரையக் கூறுதல் போன்றவைகளைச் செய்யும்போது கேட்டலின் பயன் அதிகரிக்கிறது. அப் பொருள்கள் குறித்து மேற்கோள் நூல் களைக் கூறி மேலும் கருத்தை விருத்தி அடையச் செய்யலாம். ஆசிரி யர் வானொலிப் பேச்சை வாய்ப்பு ஏற்படும் இடங்களில் இணைத்தும் மேற்கோள் காட்டியும் கற்பிக்கலாம். இது கவர்ச்சியையும், தொடர் பையும் ஏற்படுத்த உதவுகிறது. செவிக் குறைபாடு உள்ள மாண வர்களை வானொலிப் பெட்டியின் அருகில் அமரச் செய்யவேண்டும். மாணாக்கர்கள் கவனமாகக் கேட்க அவர்கள் கேட்டவற்றைப் பற்றி எழுதவேண்டும் என்றோ, அல்லது வினாக்களுக்கு விடையளிக்க வேண்டியிருக்கும் என்பதை முன்னரேக் கூற வேண்டும். மாணாக்கர் கள் பயன் பெற, சிறந்த வானொலிப் பேச்சை, மீண்டும் கேட்க பதிவு நாடாவில் பதிவும் செய்து வைத்துக்கொள்ளலாம். பள்ளியில் வானொலிப் பெட்டியும் அதற்கென நேரம் ஒதுக்குதலும் மிகவும் தேவையான ஒன்றாகும்.

இதனால் உலக முழுவதுமான செய்திகளை அறிய முடிகிறது. உலகின் பல பகுதியிலுள்ள அறிவியல் அறிஞர்களின் பேச்சை

கேட்க முடிகிறது. மாணாக்கர்களும் விவாதம், வர்ணனை கேட்கும் போது தாங்களும் பங்கேற்பது போன்ற உணர்வு ஏற்படுகிறது. தொடர்ந்தாற்போல் வகுப்பறைப் போதனையிலிருந்து ஒரு மாற்றம் ஏற்படுத்துகிறது. சில நாடக சம்பந்தமான நிகழ்ச்சிகளை கேள்வி யுறும்போது மனதிற்கு கிளர்ச்சியை ஏற்படுத்துகிறது. இது பாட நூல் கருத்தை இணைத்தும், வலியுறுத்தியும், நவீனப் படுத்தியும், உயிரூட்டியும் துணைச்செய்கிறது. வகுப்பறையிலோ, ஆய்வகத் திலோ, செய்ய முடியாத விஞ்ஞானியின் வாழ்வில் நிகழ்ந்த சில சம் பவங்களை நாடகமாக வானொலியில் ஒலிபரப்பி மாணாக்கர்களுக்கு அறிவியலில் ஆர்வத்தைத் தூண்டலாம். எல்லா பள்ளிகளுக்கும், வானொலிப் பெட்டி வழங்குவது, பாடவேளையில் நேரம் ஒதுக்குவது போன்றவை சில பிரச்சனையாயினும் இது தவிர்க்கக் கூடியதே ஆகும்.

ஒலிப்பதிவுத்தட்டு இசைக்கும் கருவி (Record Player)

2. இது ஒலித்தட்டுகளில் பதிவு செய்த ஒலியை வெளியிடுத லுக்கான கருவியாகும். கிராம்போன் பெட்டியின் புதிய அமைப்பா கும். இதனை பாட்டரிச் செல்களைக் கொண்டும் மின்சாரத்தைக் கொண்டும் இயக்கலாம். தட்டுகளில் பதிவு செய்யப்பட்ட பிராணி கள், பறவைகளின் ஒலியை இக் கருவியின் உதவியால் உயிரியல் ஆசிரியர் வகுப்பறையில் பயன்படுத்தலாம். பறவைகளின் பலவகை ஒலிகள், இசைகளைப் பதிவு செய்த தட்டுகளைப் பயன்படுத்தி அவை களின் குரலைக் கொண்டு பறவைகளைக் கூறுமாறு செய்வது மாணாக் கர்களின் ஆர்வத்தைத் தூண்ட வெகுவாகப் பயன்படும். பறவை களின் படங்களைத் திரையில் காட்டி அதற்கேற்ற ஒலியையும் இப் பதிவுப் பெட்டி வாயிலாகப் போட்டு ஒலியையும் ஒளியையும் இணைக் கலாம். பிராணிகளின் நடத்தையைப் பற்றிக் கூறும்போது அவை களின் ஓசைகள், பறவைகளின் இசைகளையும் இசைத்தட்டுகள் மூலம் போட்டுக் கற்பிக்கலாம். பதிவுச் செய்யப்பட்ட சிறந்த அறிவி யல் அறிஞர்களின் சொற்பொழிவை, ஒலித்தட்டுகளிலிருந்து திரும் பப் போட்டு பயன்படுத்தலாம். இசைத்தட்டு ஒலிகளைப் பரப்ப பல வகையான இசைக்கும் கருவிகள் உள்ளன. இவைகளைத் தேர்ந் தெடுப்பதில் கவனமாக இருக்கவேண்டும். பள்ளிக்குப் பயன் படுத்துவதில் 'இரண்டு வேக' வகைகள் உள்ளன. மணித் துளிக்கு 331/3 (RPM) சுழற்சி (Revolution) மணித்துளிக்கு 78, 45 (RPM) என பலவகை உண்டு. சில இசைக்கும் கருவிகள், பொருத்தப்பட் டுள்ள துணைக்கருவிகளைப் பொருத்து நிலையான வேகம் (Constant Speed) அல்லது மாற்றக் கூடிய சுழற்சி வேகம் (Variable Speed) கொண்டதாக இருக்கும். 45 சுழற்சி இசைத்தட்டுக் கருவி 45 (RPM Record player) க்குபயன்படுத்தும் ஊசி, சாதாரணத் தட்டுக்குப்

பயன்படுத்தும் ஊசியில் 1/3 பாகமாகும். தட்டானது 7 அங்குல விட்டமும் நடுவில் 1½ அங். விட்டத் துளைக் கொண்டதாக இருக்கும். பிளாஸ்டிக்கினுல் செய்யப்பட்ட ஒவ்வொரு தட்டும், மெல்லியதாகவும், ஒரே அளவாகவும், சேமித்து வைக்க அடக்கமாகவும் இருக்கும். ஒரே தடவையில் திருப்பும் மேஜையின் மேல் (Turn table) 8 தட்டுகளை அடுக்கி வைக்கலாம். தட்டின் ஒரு பக்கத்து இசை முடிய 5 மணித் துளியாகும். பிறகு ஒரே நொடிக்குள் தானுகவே தட்டுகள் மாற்றிக் கொள்ளப்படும். இதில் இரண்டு வகை உண்டு. ஒன்று கம்பியோடு இணைத்து வானெலி ஒலிப்பெருக்கியில் இணைப்பது. மற்ரென்று தானுகவே இசைப்பது ஆகும்.

பதிவு நாடா (Tape recorder)

3. ஒலிகளை நாடாவில் பதிவு செய்து, பின்னர் உடனேயும் நாம் வேண்டும் போதும், அவ்வொலியைத் திரும்பக் கேட்க இது வெகுவாகப் பயன்படுகிறது. இதனை நாம் செல்லும் இடங்களுக்கு எளிதில் கையில் எடுத்துச் செல்லும் வகையில் உள்ள (Portable tape recorder) பாட்டரிச் செல்களைக் கொண்ட பதிவு நாடாப் பெட்டி, மின்சார இணைப்போடு பொருந்திய பெட்டி என இருவகை உண்டு. கையில் எடுத்துச் செல்லும் பதிவு நாடாப் பெட்டியைக் கொண்டு, கல்விப் பயணங்கள் செல்லும்போது பலவகைப் பிராணிகள், பறவைகள் இவைகளின் இயற்கை ஒலியை பதிவு செய்து வரலாம். பதிவு நாடாவின் உதவியால் உயிரியல் சம்பந்தமாக சிறந்த அறிஞர்களின் பேச்சைப் பதிவு செய்து மாணுக்கர்களுக்கு வேண்டும்போது வகுப்பறையில் போட்டுக் காட்டலாம். மாணுக்கர்களையும் உயிரியல் தலைப்புகளில் பேசச் செய்து, உடனேயே அவர்களது பேச்சைத் திரும்பப் போட்டு கேட்கச் செய்யும்போது பாடத்தில் ஒரு ஆர்வமும், விருப்பமும் ஏற்பட இது பெரிதும் உதவுகிறது. இது கிராமபோன் பெட்டியின் நவீன முறையாகும். இக் கருவியின் உதவியால் எந்த இடத்திலேயும் ஒலியைப் பதிவு செய்து, உடனேயே வேண்டும்போது திரும்ப அவ்வொலியைக் கேட்கலாம். வானெலியில் சில சமயம் மாலையிலும், வார இறுதியிலும் ஒலிப்பரப்பப்படும் சிறந்த உயிரியல் அறிஞர்களின் பேச்சை எல்லா மாணுக்கர்களும் கேட்க முடியாமல் போகலாம். இவற்றைப் பதிவு நாடாவில் பதிவுச் செய்து வைத்துக் கொண்டால் நாம் விரும்பும்போது போட்டு கேட்கலாம். ஒரே நாடாவில் தொடர்ச்சியாக பல வகையான பேச்சுக்கள், பறவைகளின் ஒலிகள், இசைகள் என பலவகையான ஒலிகள் பதிவு செய்யப்பட்டிருந்தாலும், நாம் விரும்பும் பகுதியை மட்டும் நாடாவில் நறுக்கி முனைகளைச் செல்லுலோஸ் நாடாவினுல் ஒட்டிக் கொள்ளலாம். ½ அங்குல மென்மையான காகிதம் அல்லது பிளாஸ்டிக் நாடாவானது காந்த சக்திக் கொண்ட இருப்பு ஆக்ஸைடைக் கொண்டிருப்ப

தால் ஒரே சீரான வேகத்தோடு இழுத்துச் செல்லும். நாடா எப்போதும் ஒரே பக்கத்தில் பதிவைக் கொண்டிருக்கும். வேகமும் எப்போதும் ஒரே சீராக இருக்கும். இவ்வொலிப்பதிவு நாடாவில், ஒரே பக்கத்தில் மேலோரத்திலும், கீழோரத்திலுமாக இரண்டு ஒலிக்கோடு பாதையில் (Sound Track path) ஒலிகளைப் பதிவுச் செய்யலாம்.

காட்சிக் கேள்வி துணைக்கருவிகள்

அசையும் திரைப்படங்கள் (Motion Pictures)

1. திரைப்படங்கள் கருத்துக்களைக் தெளிவாகவும், உண்மையாக நேரேக் காணக் கூடியதாகவும் நீண்டகாலம் நினைவில் வைத்துக் கொள்ளவும் உதவுகின்றன. இதன் நோக்கம் மாணுக்கர்களைக் கற்றலுக்கு ஆயத்தம் செய்யவும், நடத்தையில் நல்ல மாற்றம் ஏற்படுத்தவும், கற்றலைத் தூண்டி, கூறப்போகும் கருத்தை வலுவடையச் செய்வதாகும். எனவே படத்தைத் தேர்ந்தெடுத்தலும் சரியான முறையில் பயன்படுத்துதலும் முக்கியத்துவம் வாய்ந்ததாகும். திரைப் படங்கள் மாணுக்கர்களின் கவனத்தை ஈர்ப்பதோடு, தூரத்தில் உள்ள பொருள்களையும், கடந்த காலத்தில் நிகழ்ந்தனவற்றையும் அறிய உதவுகிறது. நிகழ்ந்த சம்பவத்தைத் திரும்ப எளிதாக மீண்டும் போட்டுக்காண உதவுகிறது. இது பொருள்கள், சம்பவங்கள், கருத்துக்கள் ஆகியவற்றிற்குள்ள தொடர்பை அறிய உதவுகிறது. படங்கள் 35 மி. மீ., 16 மி. மீ., 8 மி. மீ. ஆகிய அளவுகளில் கிடைக்கின்றன கல்வி கூடங்களுக்கு 16 மீ. மீ. படங்கள் சிறந்தனவாகும். சாதாரண கருப்பு, வெள்ளைப் படங்களுடன் வண்ணப் படங்களும் கிடைக்கின்றன.

படம் திரையிடுவதற்கு குறைந்தது ஒரு நாளுக்கு முன்னர் ஆசிரியர் அதனைப் பார்த்து இருக்கவேண்டும். படம் சம்பந்தமான குறிப்புரைகளையும் முன் கூட்டியே படித்து வைத்திருத்தல் பெரும் பயனளிக்கும். மாணுக்கர்கள் படத்தைப் பார்ப்பதற்கு முன்னர் அதைப் பற்றிய முழு விபரத்தை முன் கூட்டியே அறிவித்தல் பெறும் பயனளிக்கும். இதன் உதவியால் பெரிய பொருள்களை சிறிய அளவில் காணவும், திரையில் இரண்டு, மூன்று காட்சிகளை ஒரே நேரத்தில் காண்பதால் அவற்றின் ஒற்றுமை, வேற்றுமைகளை அறியவும் முடிகிறது. இதன் வேகத்தைச் சரி செய்து, விரைவாக நடைபெறும் நிகழ்ச்சிகளை, மெதுவாக ஓடச் செய்து தெளிவாக அறியவும் நீண்ட காலத்திற்கு படிப்படியாக நிகழும் நிகழ்ச்சிகளை விரைவாக காணவும் இதனைப் பயன்படுத்தலாம்.

தாவரங்களையும், பிராணிகளையும் அவை வாழும் இயற்கைச் சூழ்நிலையில் படம் பிடித்து மாணுக்கர்களுக்கு சூழ்நிலையியலை

(Ecology) நன்கு விளக்கலாம். ஆழ்கடல் பிராணிகள், பாலைவனப் பிராணிகள், குகை வாழ் பிராணிகள், வன விலங்குள் மற்றும் அறிவியலின் அற்புதங்களைத் திரையிடும்போது மாணுக்கர்களுக்கு கவர்ச்சியாக இருக்கும். சில அறிவியல் அறிஞர்களின் வாழ்க்கை வரலாறுகள், மாணுக்கர்களின் ஆவலைத் தூண்டி, அவர்களின் வழியைப் பின்பற்ற வேண்டும் என்ற உணர்வை ஏற்படுத்தும். மொட்டு மலர்வதை, கால் அல்லது அரை மணிக்கு ஒரு படம் வீதம் எடுத்து, பிறகு விஞடிக்கு 16 வீதம் காட்டலாம். தவளை பூச்சியை பிடித்து உண்பதை விஞடிக்கு 96 படம் வீதம் எடுத்து விஞடிக்கு 16 வீதம் காட்டலாம். உணவுப்பாதை, இரத்த ஓட்டம், சுவாசித்தல் போன்ற உடலியல் பற்றிய பாடங்களையும் திரைப்படங்களாகக் காட்டலாம்.

படம் காட்டிய பின்னர், பின் தொடர்பணி (Follow-up-work) மிகவும் அவசியமாகும். படத்தைப் பற்றி அபிப்பிராயம் கூறச் செய்தல், சந்தேகங்களைக் கேட்கச் செய்தல், கலந்துரையாடல், போன்றவைப் பாடப் பொருளில் தெளிவை ஏற்படுத்தும். படக் காட்சியில் கண்ட பொருள் குறித்து மலருக்கு எழுதச் சொல்லுதல், தேர்வுகளில் விஞக்கள் கேட்டலும் பெரும் பயன் விளைவிக்கும். படத்தில் நன்ருக விளங்காத செய்திகளைப் பற்றி ஆசிரியர் மாணுக்கர்களுக்கு விளக்கிச் சொல்லுதலும் அவசியமாகும்.

டெலிவிஷன் அல்லது தொலைக்காட்சி

(Television)

இது வானொலியும், திரைப்படமும் சேர்ந்த புதிய சாதனமாகும். இது ஒரு பொழுதுபோக்கு சாதனத்தோடு கற்பித்தலுக்கானத் துணைக்கருவியாகவும், வளர்ந்து வரும் நாடுகளில் பயன்படுத்தப் படுகிறது. இது தரம் வாய்ந்த ஆசிரியர்களும், எல்லா சாதனங்களும் இல்லாத ஆய்வுக் கூட பற்ருக்குறையை நிவர்த்திச் செய்கிறது. ஒரு நிலையத்திலிருந்து சிறந்த ஆசிரியர் அல்லது தனித்திறன் வாய்ந்தவர் வகுப்பு நடத்துவதையோ, சோதனைச் செய்து காண்பிப்பதையோ, நாட்டின் எல்லாப் பகுதிகளிலும் உள்ள மாணுக்கர்கள் கவனித்துப் பயன் பெறுகின்றனர். இந்நிகழ்ச்சிக்கு டெலிவிஷன் போதனை (Instructional television) என்று பெயர். வகுப்பறைப் போதனைக்கு இது மிகவும் உதவியாக இருக்கும். குறிப்பிட்ட பாடத்தை ஒலி, ஒளி நிலையத்தில் ஆசிரியர் நடத்தி கற்பிப்பதை வகுப்பறையில் மாணுக்கர்கள் டெலிவிஷன் பெட்டி வாயிலாகக் காண்கிருர்கள். சுமார் 40 நிமிட வகுப்பு வேளையில் முதல் 5 நிமிடம் மாணுக்கர்களின் முன்னறிவைச் சோதித்து டெலிவிஷன் பாடப் பொருளுக்குத் தயார் செய்யலாம். பின்னர் 20 நிமிட நேரம் கல்வி

நிகழ்ச்சியைக் கவனிக்கச் செய்யலாம். கடைசி 15 நிமிட நேரம் நிகழ்ச்சியின் பின் தொடர்பணிக்கு ஒதுக்கப்படும். அடுத்த நாள் பாடவேளையில் சென்ற கல்வி ஒலிப்பரப்பை ஒட்டி மாணாக்கர்களின் சந்தேகங்களை விளக்குதல், தவறான கருத்துக்களை நீக்குதல், ஆகிய வற்றிற்குப் பயன்படுத்தலாம். இது மாணாக்கர்களுக்கு நன்கு கவனத்துடன் காணும் பழக்கத்தையும் ஆய்வு முறையில் நன்கு சிந்திக்கவும் உதவுகிறது. நிகழ்ச்சிகளைப் படமாக எடுத்தும், ஒலியைப் பதிவு நாடாவில் பதிவு செய்தும், பின்னர் ஒளி, ஒலிக் காட்சியாக பயன்படுத்தலாம்.

திரைப் படத்தினால் ஏற்படும் பயன் அனைத்தும் இதில் உண்டாகிறது. ஆனால் அதைவிட ஒரு உயிரோட்டத்தை உணர்வதான மனநிலையும் ஏற்படுகிறது. வழக்கமான கற்பித்தலைக் காட்டிலும் அதிகமான புதிய அனுபவத்தை ஏற்படுத்துகிறது. வகுப்பறையில் ஆசிரியரால் ஏற்படும் பயனும் ஓரளவு இதிலும் ஏற்படுகிறது. வகுப்பறை ஆசிரியரைவிட டெலிவிஷன் நிலையத்தில் நிகழ்த்தும் ஆசிரியர் அதிக நேரம் செலவழித்து பாடம் தயாரித்தும், பாடத் தலைப்புப் பற்றிய புதிய கருத்துக்களைத் தொடர்புடையவர்களிடம் கலந்தும் நடத்துகிறார். வகுப்பறைப் போதனைக்கு கிடைக்காத சிறந்த துணைக்கருவிகள், காட்சிக் கேள்வித் துணைக்கருவிகளை அவர் பயன்படுத்தி கற்பிக்க அதிக வாய்ப்பு உண்டு. இது வகுப்பாசிரியரின் வேலையைப் பெரிதும் குறைக்கிறது. டெலிவிஷன் நிலையத்தில் பாடம் நடத்தும் ஆசிரியர், பிறகு தனது நிகழ்ச்சிகளைக் காணும் போது சுயமதிப்பீட்டிற்கும் தன் குறைகளைத் தானே அறிந்து மேலும் அபிவிருத்திச் செய்துக் கொள்ளவும் வாய்ப்பு ஏற்படுகிறது. வகுப்பாசிரியர்களின் ஆலோசனைகள், நிறை, குறைகள் ஆகியவற்றை அறிய வாய்ப்பு ஏற்படுகிறது. வகுப்பாசிரியர்களுக்கும் கருத்துக்களைப் புதுப்பித்து, புத்துணர்ச்சி ஊட்டும் பயிற்சியும் ஏற்படுகிறது.

இது ஒருவழிப் பாடமாக, மாணாக்கர்கள், டெலிவிஷன் ஆசிரியருடன் தொடர்பு கொள்ள முடியாத நிலையில் பார்த்தும் கேட்டும் மட்டும் செயல்பட வேண்டியுள்ளது என்ற குறையும் ஏற்றுக் கொள்ளக் கூடியதன்று. ஏனெனில் இது கற்பித்தலுக்கான முறையேயன்றி ஆசிரியரே அன்று. சாதாரண வகுப்பறை ஆசிரியரைவிட, டெலிவிஷனில் தோன்றும் சிறந்த ஆசிரியர் கற்றலை வெகுவாகத் தூண்டி ஊக்குவிக்க முடியும்.

இதிலும் திரைப்படத்தைப் போலவே, துணைக்கருவிகளை நேரில் காணுவதையோ, தொடுவதோ முடிவதில்லை. பலவகைத் திறன் கொண்ட மாணாக்கர்களுக்கேற்ப பாடத்தைச் சரி செய்துக் கொள்ள

முடியாது. ஆசிரியருடன் நேரடி பழகி பெறும் அனுபவத்தை மாணுக்கர்களால் உணர முடிவதில்லை. எனினும் உயிரியல் கற்பித்தலில் இதனைப் பயன்படுத்திஞல் பெரும் பயனளிக்கும் என்பதில் ஐயமில்லை. நம் நாட்டு உயர்நிலைப் பள்ளிகளுக்கு இவை வர இன்னும் சில காலமாகலாம்.

செயல்திட்ட உபகரணங்கள்

மாணுக்கர்கள், ஆசிரியர்கள் இவர்களின் செயல்களை அடிப்படையாகக் கொண்டு உருவாகும் துணைப் பொருட்கள் செயல்திட்ட உபகரணங்களாகும்.

அருங்காட்சியகம் (Museum)

உயிரியல் கற்பித்தலின் நோக்கங்களில் ஒன்று மாணுக்கர்கள் தாங்கள் வாழும் உலகின்கண் உள்ள இயற்கைப் பொருட்களை நன்கு அறிதலும், மனிதனுக்கும், அவனது சூழ்நிலைக்கும் உள்ள தொடர்பினை அறிந்து அனுபவிக்கவும் கற்பித்தலாகும். குழந்தைகள் தங்களைச் சுற்றியுள்ள பொருட்களைப் புத்தகங்களில் படித்து மட்டும் அறிந்து கொள்ளவும் அனுபவிக்கவும் முடியாது. அவைகளை நேரில் கண்டும், கையினுல் தொட்டுப் பழகியும் பெறல் வேண்டும். அறிவினைப் பெறும் முறையான வழிகளில் ஒன்று பொருளை உற்றுநோக்கி, இயற்கைச் சூழ்நிலையில் அறிதலாகும். ஆனுல் தற்போதுள்ள பரவலான அதிக மாணுக்கர்களைக் கொண்ட கல்வி முறையில் இது முடியக்கூடியது அன்று. எனவே இப்பொருளை வகுப்பறைக்குள்ளும், ஆய்வகத்திலும் காட்சிப் பொருளாகவோ, மாதிரிப் பொருளாகவோ கொண்டு வரவேண்டியது அவசியமாகிறது. ஒவ்வொரு பள்ளியிலும் ஒரு அருங்காட்சியகம் இருத்தல் மிகவும் அவசியமாகும். மாணுக்கர்கள் அறிவியல் சம்பந்தமான பொருட்களைச் சேகரித்துப் பாதுகாத்து வைத்தலை ஊக்குவிக்க வேண்டும். இது ஆசிரியர் மாணுக்கர் கூட்டு முயற்சியின் விளைவாக இருத்தல் வேண்டும். அறிவியலின் பல பிரிவுகளின் வாயிலாக பொருள்களைச் சேகரித்து முறையாக அடுக்கி வைக்கவேண்டும். மாணுக்கர்களிடம் காணப்படும் திரட்டூக்கம், கட்டூக்கம் ஆகிய இரண்டு இயல்பூக்கங்களும் அவற்றுடன் முறையே தோன்றும், உடைமை, படைப்பு என்ற மனவெழுச்சிகளும் பள்ளி அருங்காட்சியகம் அமைத்தலுக்கு சிறந்த முறையில் செயல்படுத்தப்பட வேண்டும். அருங்காட்சியகமானது கற்பித்தலுக்கு உதவுவதோடு பள்ளியில் கற்றலுக்கான ஒரு சூழ்நிலையை உருவாக்கவும் உபயோகப்படுகிறது. அருங்காட்சியகங்கள் மாணுக்கரின் அறிவு வளர்ச்சிக்கும், பண்பாட்டு வளர்ச்சிக்கும் மிகவும் பயன்படுகின்றன. இவை போதனு கருவிகளாக மட்டும்

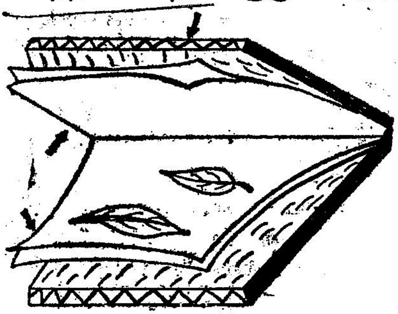
பயன்படாமல், மாணுக்கரின் ஆய்வூக்கத்தைத் தூண்டி அவர்களது அறிவு, அனுபவத்தை வளர்ப்பதற்கும், அழகுணர்ச்சியைத் தூண்டி இயற்கையை வியந்து போற்றவும், தன்னுடைய வாழ்க்கை மேம்பாட்டிற்கு இயற்கையில் உள்ள பொருட்களைப் பயன்படுத்தவும் தூண்டுவனவாக இருக்கவேண்டும். உயிரியல் அருங்காட்சியகத்திற்கான பொருளைச் சேகரித்தலுக்கு மாணுக்கர்களை ஊக்குவிக்க வேண்டும். சரியான முறையில் வகைப் படுத்தப்பட்டு, உரியகாலத்தில் பயன்படுத்தப்படும் நல்ல காட்சிப் பொருள்கள் கற்பித்தலுக்கு பெரிதும் உதவும் சிறந்த துணைக்கருவிகளாகும். காட்சி நிலையத்தில் பொருள்களைச் சேகரித்தலுக்கு ஒரு முடிவே இல்லை. சேகரிக்கும் பொருள்கள் காட்சிப் பொருளாக இருக்கத் தகுதி வாய்ந்தனவா என்பதில் கவனம் கொள்ளவேண்டும். உயிரியல் காட்சியகத்தில் பொதுவாக வண்ணத்துப் பூச்சிகள், பலவகைப் பூச்சிகள், மீன்கள் தவளைகள், பாம்புகள், ஆமைகள், பறவையினங்கள், அவற்றின் கூடு, முட்டைகள், பலவகையான மெல்லுடலிகள், தாவரத்தின் இலை, தண்டுகள், வேர்கள், பழங்கள், பூக்கள், பல்வகைப் பட்டைகள், காளான் வகைகள், புதைவடிவங்கள், பலவகைப் பாலூட்டிகள், மண்டை ஓடு, எலும்புக் கூடுகள் போன்றவைகளைச் சேகரித்து வைக்கலாம். உயிரியல் பொருட்களைச் சேகரித்துக் கெடாமல் பாது காத்து வைப்பதில் பல சிரமங்கள் உள்ளன. அருகில் உள்ள அருங் காட்சியகத்திற்கு ஆசிரியர் சென்று பாதுகாக்கும் முறைகளை அறிந்து வரலாம். அவை நன்முறையில் பாதுகாக்கப்படாவிடில் சிறிதும் பயன்படாது. அவை ஒவ்வொன்றிற்கும், வெவ்வேறு வகையான முறைகளைக் கையாளவேண்டும்.

பாதுகாக்கும் முறைகள்

பூக்களையும், தாவரங்களையும் உலரவைத்துப் பாதுகாக்கலாம் தாவரங்களின் வகையைப் போதிப்பதற்கும், வேர், தண்டு இவைகளின் சிறப்பு அம்சங்களை விளக்குவதற்கும், வளரும் இடங்களின், சூழ்நிலையில் உள்ள தாவரங்களைச் சேகரிப்பதும் இதன் நோக்கமாகும். ஆசிரியரும் பாடம் கற்பிக்க பலவகையான பூக்கள், இலைகள், பழங்கள், வேர்கள் ஆகியவற்றை இதனுல் நிறைய சேகரித்து வைக்க முடிகிறது. தாவரமானது தனது எல்லா பாகங்களும் பெற்ற நிலையில் இல்லாதிருந்தால் அது முழுமை பெருது. ஒரே சமயத்தில், பூக்களும், காய்களும் கிடைக்காதாகையால் சில சமயங்களில் கிடைக்கும் பொருட்களைச் சேகரிக்கவேண்டும். இதற்குத் தேவையான உபகரணங்கள், தாவரங்களைச் சேகரிக்கும் பேழை (Vasculam) இலைகளை அழுத்தி வைக்கப் பயன்படும். இரும்புவலைத் தகடுகள், உலர்த்தும் தாள்கள், மை உறிஞ்சும் தாள்கள், பட அட்டைகள், பாதரச குளோரைடு போன்றனவாகும். நன்னீர் அல்லது கடல்

வாழ் தாவரமாக இருந்தால், அந்நீரில் நனைக்கப்பட்ட பஞ்சினை, ஈரப்பசையைக் காக்க, தாவரம் சேகரிக்கும் பெட்டியில் போட்டு வைக்கவேண்டும்.

தாவரங்கள் சேகரித்தலையும், பதப்படுத்துதலையும், கோடை காலத்தில் செய்தால் பூஞ்சக்காளான் படர்வதைக் குறைக்கலாம். மேலும் உலர்தலும் விரைவாக நடைபெற ஏற்ற காலமாகும். வாண்டா (Vanda), இரணக் கள்ளி போன்ற தடித்த பசையுள்ள இலைகளைப் பதப்படுத்தும் முன்னர் இரண்டு அல்லது மூன்று நிமிட நேரம் கொதிநீரில் நனைத்துப் பதப்படுத்தலாம். இலைகளை (தாவரங்களை) பதப்படுத்தும்போது துளைகளை உடைய இரண்டு துத்தநாகத் தகடுகளுக்கிடையில் அதை



படம்-6.
தாவரங்களை உலர்த்தி பதப்படுத்துதல்

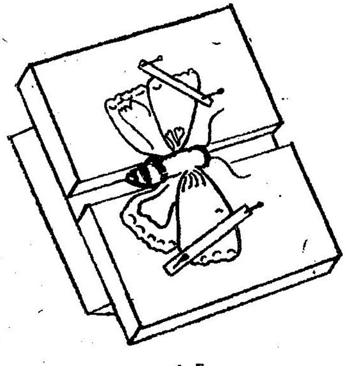
வைத்து சிலமணி நேரம் அழுத்தி வைக்கவேண்டும். பின்னர் இலை அழுத்திகளுக்கு மாற்றவேண்டும். முதல் இரண்டு வாரங்களுக்கு தினமும் உலர்த்தும் தாள்களை மாற்றிக் கொண்டே இருக்கவேண்டும். இதற்கு குறைந்தது இரண்டு தொகுதி உலர்த்தும், மைஉறிஞ்சும் தாள்களும், செய்தித் தாள்களும் தேவைப்படும். உலர்தல் விரைவாக நடைபெற, தாவரங்களை, இரண்டு கம்பிவலைகளைக் கொண்ட சட்டத்திற்கு இடையில் வைத்து திருகி அழுத்தி வைக்கலாம். உலர்ந்த பின்னர் தினமும் மாற்றுவதைக் குறைத்துக் கொள்ளலாம் இவ்வாறு உலர்த்தி எடுக்கப்பட்ட தாவரங்கள் மீது பூசாணம் வளராமல் தடுக்க வேண்டியது அவசியமாகும். அதற்கு 100 மில்லி லிட்டர் எதிலேறு ஸ்பிரிட்டில் ½ கிராம் பாதரச குளோரைடு கலந்த கலவையை மென்மையாகப் பூசி பூசாணம் படர்வதைக் குறைக்கலாம். பூச்சிகள் வராமலும் தடுக்கலாம். நன்ருக உலர்ந்த தாவரங்கள் வளையாமல் விறைப்பாக இருக்கும். பிறகு தடிப்பான அட்டைத் தாளில் (18" × 10") ஒட்டியோ, நூலைக் கொண்டு சேர்த்துக் கட்டியோ, வைத்துப் பாதுகாக்கலாம். உலர்ந்த தாவரங்களை ஒட்டும் பசையிலும், சிறிது பாதரச குளோரைடைக் கலந்து கொண்டால் அது அரிக்கும் பூச்சிகளை அணுகவிடாது. ஒளிபுகும் ஒட்டுப்பசை நாடாவைப் (Transparent adhesive tape) பயன்படுத்தியும் ஒட்டலாம். அட்டையின் அடிப்பாகத்தில் வலது மூலையில், தாவரம் பற்றிய குறிப்பில் அதன் பெயர், குடும்ப, சிற்றின, பேரினப் பெயர்கள், சேகரித்த தேதி, இடம், சேகரித்தவர் பெயர் ஆகியவற்றைக் குறிக்க

வேண்டும். தாவரத்தோடு இணைந்த பழங்கள், மற்றும் சதைப் பற்றுப் பகுதிகள், தனியாகப் பெயர் குறிப்பிட்டு, சேகரித்து வைக்கப்பட வேண்டும். சிறிய விதைகளைத் தனிக் காகித உறையில் இட்டு, தாவரம் இணைந்துள்ள அட்டைக் காகிதத்தில் இணைத்து வைக்கலாம். பலவகையான தானியங்கள், விதைகள், மருந்து வகைச் செடிகள், பழங்கள், விதை பரவுதலை விளக்கும் பலவகை விதைகள், பெரிய மரங்களின் குறுக்கு வெட்டுப் பலகைகள், பல வகையான மரப்பட்டைகள், அபூர்வமாகக் காணக்கூடிய பூக்களோடு கூடிய மூங்கில், புல் வகைகள் போன்றவைகளையும் உலர்ந்த முறையில் சேகரிக்கலாம்.

ஆல்காக்களைப் பதப்படுத்த அவையுள்ள நீரோடு 2 சதவீத பார்மலின் சேர்த்து வைக்கலாம். பெரிய தாவரங்களுக்கு 3.5 சதவீத பார்மலின் (Farmalin) கரைசலைப் பயன்படுத்தலாம்.

பூச்சிகளைப் பதப்படுத்துதல்

முதலில் பூச்சிகளைக் கொல்ல தகுந்த விஷம் கலந்த அகன்ற வாயுள்ள சீசாக்கள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. சிறிதளவு பாரிசு சாந்துடன், 20 சதவீத பொட்டாசியம் அல்லது சோடியம் சையனைடு (Pottasium or Sodium Cyanide) கரைசலைச் சேர்த்து மெல்லிய பசை போன்ற நிலையில், விரைவாக அகன்ற வாயுள்ள சீசாவில் அரை அங்குல உயரத்திற்கு ஊற்ற வேண்டும். சீசாவின் வாயை காற்று புகாதவகையில் திருகுமூடி கொண்டு அழுத்தி மூடிவிட வேண்டும். சிறிது நேரத்தில் உறைந்து கடினமாகிவிடும். இவ்வாறு தயாரிக்கப் படும் பூச்சிக்கொல்லி சீசா சில மாதங்களுக்குப் பயன்படும்.



படம்-7.
பூச்சியைப் பதப்படுத்துதல்

பூச்சியைப் பிடித்து இதனுள் போட்டால், முதலில் மயங்கி சிலமணி நேரத்தில் அது இறந்து விடும். பிறகு அதனை பதப்படுத்தும் பலகைக்குக் கொண்டுவர வேண்டும். இப்பதப்படுத்தும் பலகையானது இரண்டு செவ்வகக் கடின அட்டை அல்லது கார்க் பலகைத் துண்டைக் கொண்டதாகும். பலகைத் துண்டின் நடுவில் பூச்சியின் உடல்வைக்கும் அகலத்திற்கு இடைவெளி வைத்து

ஒரு மூன்றாவது அட்டையின் மேல் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இது பதப்படுத்தும் பூச்சியை நன்முறையில் பொருத்தி வைக்கும் அள விற்குப் போதுமான அகலமுடையதாக இருக்கும். பதப்படுத்தும் பலகையின்மேல் உள்ள இரண்டு அட்டைப் பலகைத் துண்டுகளுக் கும் இடையே உள்ள பள்ளத்தில் பூச்சியின் உடலை வைத்து அதன் மார்பு பகுதியின் மத்தியில் நீண்ட மெல்லிய குண்டூசியைக் குத்த வேண்டும். பூச்சிகள் கொல்லப்பட்டவுடன் அவை விறைப்பாக ஆகிவிடும். அவைகளை மிருதுவாக்க கிரியோசோட் கரைசலை பிர ஷினால் பூசியோ அல்லது பாசி உருண்டையை, குளோரோபாமில் தரைத்தோ, பூசலாம். பூச்சியின் இறக்கை, கால்கள், உணர்விழை கள் ஆகியவற்றைக் கவனமாகப் பிரித்து, உடலின் இரு பக்கங்களி லுள்ள அட்டைப் பலகையின் மீது பரப்பி வைக்கவேண்டும். இறக் கைகள் விரிந்த நிலையில் இருக்க அதன் மீது கத்தரித்த நீண்ட, மெல்லிய காகிதத் துண்டுகளை வைத்து அவைகளின் இரு முனைகளில் ஊசியை குத்த வேண்டும். இக் குண்டூசிகள் பூச்சியின் உடலை எங் கும் தொடாதவாறு பார்த்துக் கொள்ளவேண்டும். பூச்சியை நன்றாக உலரவைக்கவேண்டும். உலர்ந்த பூச்சியின் உடற்பாகங்கள் அந் நிலையிலேயே இருக்க, இறக்கை மீது வைத்தத் காகிதத் துண்டுகளை அகற்ற வேண்டும். எந்த பாகமும் எளிதில் முறிந்து விடும் நிலையில் இருக்கும். எனவே பூச்சியின் மார்பு பாகத்தில் குத்திய குண்டூசியை அகற்றக் கூடாது. இக் குண்டூசியின் உதவியால் பதப்படுத்தும் பலகையிலிருந்து பூச்சியை அப்படியே எடுத்து, காட்சிப் பொருளாக வைக்கும் படப்பின்னணி அட்டைக்கு மாற்ற வேண்டும். இப் படப் பின்னணி அட்டையானது, கண்ணாடியை மேல்மூடியாகக் கொண்ட சிறிய பெட்டியின் அடியில் இருக்குமாறு பொருத்தி வைக்க வேண் டும். இப்பெட்டிகளாக ஒரு அங்குலம் உயரத்திற்கு வெட்டப் பட்ட காலி டின்களின் அடிப்பாகத்தைப் பயன்படுத்தி மேலே கண் ணாடி மூடிகளைப் பயன்படுத்தலாம். எறும்புகள் இவைகளைச் சிதைக்காமல் பாதுகாக்க, இவை உள்ள பெட்டிகளைத் தாங்கியில் வைத்து தாங்கியின் கால்களை எறும்பு எளிதில் கடக்க முடியாத மோட்டார் எண்ணெய் அல்லது கிருமி நாசினி கொண்ட திரவத்தில் வைக்கலாம்.

இதர பிராணிப் பொருளை பாதுகாத்தல்

2. தவளையினங்கள், ஊர்வன, பறவைகள் மற்றும் பாலூட்டி களைக் கொல்வதற்கு அவைகள் உள்ள பெட்டியில் குளோரோபாரம் திரவத்தில் நனைத்த பஞ்சுகளைப் போட்டால் அவை இறந்து விடும். பாலூட்டி பிராணிகளுக்கு 70 சதவீத ஆல்கஹால் அல்லது 4 சத வீத பார்மலின் கரைசலைப் பயன்படுத்தலாம். தவளைகள், பாம்பு, ஓணான் போன்ற ஊர்வன வகைகள், நத்தை, கணவாய்மீன்,

ஆக்டோபஸ் போன்ற மெல்லுடலிகள், மற்றும் நண்டு, தேள், பூரான் போன்ற கணுக்காலிகள் ஆகியவற்றை ஆல்கஹாலில் சேமித்து வைத்தல் சிறந்த முறையாகும். கடினமான மேலுறைகளைக் கொண்ட வண்டுகளில் உள்ளேயிருக்கும் பொருள்களை நீக்கவும், சிறிய எலும்புகளில் உள்ள தசைகளை நீக்குவதற்கும், எறும்புகள் துணைசெய்யும். இறந்த பொருட்களை எறும்புகள் எளிதில் வரக்கூடிய இடத்தில் வைத்து விட்டால் அவைகளை எறும்புகளே கண்டுகொண்டு வந்து சுத்தம் செய்துவிடும். பிறகு எறும்புகளை பல் துலக்கும் பழைய பிரஷைக் கொண்டு சுத்தம் செய்ய முதலில் பிளீச்சிங் பவுடரையும், பிறகு நைட்ரஜன் பர் ஆக்ஸைடையும் உபயோகிக்க வேண்டும். தாவர இனங்களைப் பதப்படுத்தும் வரையில் கெடாமல் இருக்க அவைகளைக் காற்று புகாத டின்களிலோ அல்லது குளிர் சாதனப் பெட்டியிலோ வைத்தால் ஒரு வாரம் வரை கெடாமலும் வாடாமலும் இருக்கும். அணில் போன்ற பாலூட்டிகளைப் பார்மலின் போன்ற திரவத்தில் பாதுகாப்பதற்கு முன்னர் வயிறு பாகத்தில் திறந்து உள்ளிருப்பனவற்றை எடுத்துவிட்டு பஞ்சு போன்றவற்றை வைத்து தைத்துவிட வேண்டும். இல்லையெனில் வயிறு பாகமானது நாளடைவில் ஊத ஆரம்பித்துவிடும்.

எலும்புக்கூடு, மண்டை ஓடுகளைப் பதப்படுத்துதல்

பெரிய தசைத் துண்டுகளை நீக்கிய பின், நன்கு வேகவைத்து இரும்பு பிரஷ் கொண்டு ஒட்டியுள்ள மாமிசங்களை நீக்கி எலும்புக்கூடு செய்வது ஒரு முறையாகும். இன்னொரு முறை ஊற வைத்து எலும்புக்கூடுகளைத் தயாரித்தலாகும். இம்முறை சிறிது சிரமமானது, ஆனால் சிறந்தது. பிராணியைக் கொன்ற பின்னர், அதன் பெரிய தசைகளை எடுத்துவிட்டு, மரத் தொட்டியில் போட்டு நிறையத் தண்ணீரில் மூழ்கி அழுகும்படி பத்து முதல் பன்னிரண்டு மாதங்கள் வரை வைத்தல் வேண்டும். தண்ணீர் மட்டம் குறையாமல், எலும்புக்கூடு முழுவதும் மூழ்கும்படி பார்த்துக் கொள்ளவேண்டும். பிறகு எடுத்து குளிர்ந்த நீரில் நன்ருகக் கழுவி, வெந்நீரில் கழுவி கார்பாலிக் சோப்பு போட்டுத் தூய்மை செய்யவேண்டும். இப்போது எலும்பு பழுப்பு வெள்ளையாக இருக்கும். அதைப்போக்க சலவைத் தூள் கரைசலில் 6 நிமிடம் போட்டுக் கழுவவேண்டும். பின்னர் பாதுகாப்பான இடத்தில் சூரிய ஒளி படும் வகையில் காயவைத்து எலும்புகளை இணைக்கவேண்டும்.

பறவைகளைப் பதப்படுத்துதல்

(Stuffing of Birds)

3. பதனிடப்பட வேண்டிய பறவையை குளோரோபார்ம் கொடுத்து, சிரமம் இல்லாமல் இறக்கச் செய்யவேண்டும். பின்னர்

அதன் மார்பு பகுதியிலிருந்து வால் பகுதி வரைக் கிழித்து அதில் உள்ள தசைப் பகுதிகளை நீக்கவேண்டும். கால்களை முன்னோக்கி உள்ளே தள்ளி முழங்காலோடு வெட்டிவிட்டு அடிப்பகுதியிலுள்ள தசைகளையும் நீக்கவேண்டும். உடற்பகுதியைப் பின்னோக்கி இழுத்து முழுவதும் உரித்தாற்போல் இறக்கை மூட்டுகளையும் துண்டித்து பின் அதன் வழியாகத் தொடர்ந்து தலைப்பகுதி வரைச் சென்று கத்தியையும் குறட்டினையும் பயன்படுத்தி கண்களை நீக்கவேண்டும். கழுத்துப் பகுதியுடன் ஒட்டி நெருங்கியுள்ள குரல்வளைப் பகுதி, உணவுப்பாதை எல்லாவற்றையும் சேர்த்து நறுக்கிவிட வேண்டும். அதன் பின் மூளைத் துவாரத்தின் வழியே மண்டை ஓட்டின் உள்ளேயுள்ள மூளைக் குழியில் பஞ்சு சுற்றப்பட்ட கம்பியினைச் செலுத்தி மூளையை சுத்தமாக நீக்கி எடுத்துவிட வேண்டும். அடுத்தது பறவையின் உடற்பகுதியில் நார் திணித்தலாகும். நார் திணிப்பதற்கு முன்னர் தசையிருந்த தோலின் உட்பகுதியில் பிரஷின் துணைக்கொண்டு சிறிதளவு இடம் கூட இல்லாமல், ஆர்சனிக் கலவையை முழுவதும் கவனமாக தடவவேண்டும். ஆர்சனிக் கலவை என்பது அரை கிலோ ஆர்சனிக் தூளுடன் 100 கிராம் கற்பூரம், ஆறு சலவை சோப்புத் துண்டுகள் சேர்த்து, காய்ச்சப்பட்ட கலவை ஆகும். உடற்பகுதியில் திணிக்கப்பட்ட நார் உருண்டையின் மீதும், ஆர்சனிக் கலவையை நன்கு பூசவேண்டும். உடற்தசை வடிவில் செய்யப்பட்ட நார் உருண்டையின் வழியாக வால் பகுதியிலிருந்து கழுத்து வழியாகத் தலைவரை நீண்ட கம்பி ஒன்று செலுத்தப்படும். கால்களின் வழியாக செலுத்தப்பட்ட கம்பிகளை நாரின் ஊடே எதிரெதிரே செலுத்தி வளைத்து, இரண்டையும் பிணைக்கவேண்டும். அப்போது தான் உடற்பகுதியில் வைக்கப்பட்ட நார் அசையாமல் இருக்கும். பின்னர் கால்களுக்கு, வேண்டிய இடங்களில் பஞ்சைக் கொடுத்து, கையால் சமப்படுத்தி பறவையின் அமைப்புக்குக் கொண்டுவந்த பின்னர், ஊசிநூல் கொண்டு, கிழிக்கப்பட்ட இடம் தெரியாதபடி அழகாகத் தைத்து, சிறகுகளை இழுத்துவிட்டு மூடிவிட வேண்டும். பறவைகளுக்கு ஏற்றவாறு கண்களுக்கு கண்ணாடி, பளிங்கு கற்களை பயன்படுத்த வேண்டும். திணிக்கப்பட்ட பறவையின் உடலை ஒரு கட்டையில் நிறுத்தி வைத்து, உண்மையான பறவை அமர்ந்திருப்பது போல் செய்ய அதன் கால்களில் நீட்டிக் கொண்டிருக்கும் கம்பிகளை வளைத்து, கட்டையின் ஊடே செலுத்தி அதன் பின்புறம் வளைத்து விடவேண்டும். உண்மையான பறவை அமர்ந்திருப்பது போல் இப்போது தோற்றம் காணப்படும்.

பறவைகளின் முட்டைகளைப் பதப்படுத்துதல்

4. முட்டையின் சமதளப் பகுதியில் ஒரு துவாரம் செய்து அதன் வழியாக சிறிய முட்டை கலக்கியை விட்டு உள்ளிருக்கும் பொருளை

நன்ருகக் கலக்கி உறிஞ்சி வழியாக உள்ளேயிருப்பதை வெளியில் இழுக்கவேண்டும். ஓட்டைக் கார்பாலிக் அமில (Carbolic acid) கரைசலால் சுத்தப்படுத்தி துளையை பாரிசு சாந்து உபயோகித்து மூடவேண்டும். வளைவை நன்ருக தெரியாதபடி அமைக்கவேண்டும். இவ்வாறு தயாரித்த முட்டைகளை அதற்குரிய பறவைகளோடும், அதன் கூடுகளுடனும் சேர்த்து வைப்பது சிறந்ததாகும்.

பூச்சிகளின் புழுக்களையும் முட்டைகளையும் பாதுகாத்தல்

5. பூச்சிகளின் முட்டைகளை ஆல்கஹாலில் மூழ்கவைத்தும் மிதமான வெப்பத்திலும் வைத்துக் கொல்லலாம். வெப்பத்தில் வைத்துக் கொல்வதால் ஆல்கஹாலில் வைப்பதுபோல் நிறம் மாறுவதில்லை. வெப்பத்தின் நிலை 175°F உயராமல் பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும். பின்பு இவைகளை சிறிய கண்ணாடிக் குழாய்களில் நீர்த்த கிளிசரின் அல்லது சோடியம் குளோரைடு கரைசல்களில் வைத்து குழாய்களின் வாயை இறுகக் காற்று புகாமல் மூடிவிட வேண்டும். திரவத்தில் வைத்துப் பாதுகாக்காவிடில் கால அளவில் முட்டைகள் சுருங்க ஆரம்பித்துவிடும்.

பூச்சிகளின் சிறு புழுக்களைப் பாதுகாக்கும்பொழுது அவை முதல்முறை உருமாற்றத்திற்காகத் தோல்களை உரிக்கும் முன்னரே கிளிசரின் உள்ள கண்ணாடிக் குழாய்களில் சேகரித்து வைக்கலாம். பெரிய புழுக்களைப் பாதுகாப்பான முறையில் சேமிக்க அவற்றின் பின் பாகத்தில் ஒரு பெரிய குண்டூசியால் ஒரு கீறல் செய்யவேண்டும். புழுவின் பின் பாகத்தில் மெதுவாக துளைக்கருகில் வைத்து அழுத்தினுல் உள்ளிருக்கும் பொருளைச் சிறிது சிறிதாக வெளியேற்றலாம். இவ்வாறு தலைப் பாகம்வரை மெதுவாக அழுத்தி உள்ளேயிருப்பதை வெளியேற்றவேண்டும். உள்ளே தோலுக்கு அருகில் இருக்கும் தசைகள் வெளியேருமல் மெதுவாக அழுத்தவேண்டும். புழுவின் உடலில் ரோமங்கள் இருந்தால் அவை விழாமல் பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும். பின்பு கீறிய துவாரத்தின் வழியாக சிறு வைக்கோல் குழாயை வைத்து வாயினுல் மெதுவாக உள்நோக்கி ஊதினுல், புழு பழைய உருவ அமைப்பைப் பெறும். அவற்றை விளக்கின் மிதமான வெப்பத்தில் பூச்சிகள் கருகாமல் உலர்த்தி வைத்துப் பாதுகாக்கலாம்.

காட்சியத்தின் அமைப்பு

மாணுக்கர்கள் சேகரித்த உயிரியல் பொருட்களை நல்ல முறையில் பாதுகாத்து காட்சிக்கான பெட்டிகளில் அடுக்கி வைத்தல் அவசியமாகும். காட்சியகம் என்பது பொருட்களைக் குவித்து வைக்

கும் இடம் அன்று. சேகரித்த பொருள்களிலிருந்து தேர்ந்தெடுத்த பொருள்களை முறையாக வைக்கும் இடமாகும். அவைகளை மூன்று வகையாக அடுக்கி வைக்கலாம். அவை : 1. பொதுவான பயனுக்கு அடுக்கிவைத்தல், 2. வகுப்பறை நோக்கத்திற்காகப் பயன்படுமாறு அடுக்கிவைத்தல், 3. பொருளின் சூழ்நிலையின் பின்னணியில் அடுக்கி வைத்தல் என்பனவாகும்.

பொது பயன்களுக்காக அடுக்குதல்

காட்சிப் பொருள் வைக்கப்பட்டிருக்கும் அறை நல்ல வெளிச்சம், காற்றுவசதி, போதுமான மரச்சாமான்களைக் கொண்டிருக்க வேண்டும். பொருள்களைச் சேமிக்கும் கண்ணாடி ஜாடி ஒரே அளவுள்ளதாகவும், கண்ணாடி அல்லது கார்ச் மூடியுள்ளதாகவும் இருக்கவேண்டும். எல்லா பொருள்களும், பெயர் குறிக்கப்பட்டு ஜாடியின்மேல் பசையினால் வெளியில் ஒட்டவேண்டும். பென்சிலினால் எழுதிய ஒன்றை ஜாடியின் உள்ளே போட்டு வைக்கலாம். பொருளின் பெயர், கிடைக்குமிடம், சேகரித்த தேதி, பொருளின் சிறப்புத் தன்மைகள், சேகரித்தவர் பெயர் போன்றவைகளை எளிதில் அழியாத இந்திய மையினால் எழுதி ஒட்டவேண்டும். அவைகளைப் பூச்சி அரிக்காமல் இருக்க பேப்பர் வார்னிஷ் அல்லது மெழுகுப் பூசலாம். சிறிய காட்சிப் பொருளான நாற்றுகள், பெரணியின் புரோதாலஸ், நாக்குப் பூச்சி, நாடா புழு போன்றவைகளுக்கு கண்ணாடி அல்லது வெண்மையான தகடுகளைப் பின்னணியாக வைக்கவேண்டும். சிறிய பாம்பு போன்றவைகளை அவைகள் உள்ள மூடியில் ஒரு கொக்கி வைத்து அதில் கட்டித் தொங்கவிட வேண்டும். உலர்ந்த நிலையில் உள்ள பொருள்களான கிளிஞ்சல், நட்சத்திர மீன், புதை படிவங்கள், கடல் அர்ச்சின்கள் ஆகியவற்றை சிறிய அட்டை அல்லது தகரப் பெட்டியில் வைத்து மேல் மூடியைக் கண்ணாடியால் அமைக்கவேண்டும்.

வகுப்பறை நோக்கத்திற்கான காட்சிப் பொருட்கள்

பட்டுப் புழுவை, பலவகையான நிலையில், பலவகைப் பட்டு நூல்களுடனும், பட்டுப் பொருள்களுடனும் சிறிய பெட்டியில் வைக்கலாம். பலவகையான வண்ணத்துப் பூச்சியின் வாழ்க்கைப் படிகளை ஒரே பெட்டியில் வைக்கலாம். தற்காப்பிற்கு நிறத்தைப் பயன்படுத்தும் பிராணிகளை (இலைப் பூச்சி, குச்சிப் பூச்சி, வண்ணத்துப் பூச்சி) மற்றும் பறவைகளை ஒரு பெட்டியில் வைக்கலாம். தவளையின் உள்ளுறுப்புகளைக் காட்டும் வகையில் வயிறு பாகத்தில் அறுத்து வைத்தும், பலவகையான நிலையில் தலைப்பிரட்டையையும் ஒரு அலமாரியில் வைக்கலாம். பிராணிகளை அவைகள் வாழும் இட சூழ்நிலையைப் பின்னணியாக வைத்து அவைகளைக் காட்சிப் பொருள்களாக

வும் வைத்தால் அவை மிகவும் கவர்ச்சியாகவும் அவைகளை இயற்கையான சூழ்நிலையில் காண்பதுபோலவும் இருக்கும். இது பொதுவாக ஜெர்மனி நாட்டில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. காட்டில் உள்ள பிராணிகள், தாவரங்களை வைக்க ஒரு அழகிய வண்ண காடு படமாக வரைந்து அதன் முன்பு, வன வாழ் பிராணிகளான சிங்கம், புலி, கரடி அதன் குட்டிகள் ஆகியவற்றை அங்கு வைக்கலாம். சிறிய கிளைகளைக் கொண்ட மரம் போன்ற அமைப்பை ஏற்படுத்தி அதில் பலவகையான பதப்படுத்தப்பட்ட பறவைகளைப் பொருத்தி வைக்கலாம்.

வரிசை வரிசையாக அடுக்குவதில் முக்கிய கவனம் செலுத்த வேண்டும். பாம்பு சீசாக்களுக்கு அடுத்து, கிளிஞ்சல்களையோ, மீன்களுக்குப் பக்கத்தில் பறவைகளையோ வைப்பது தவிர்க்கப்படல் வேண்டும். அட்டையில் (5" × 4") எழுதும் விபரமானது அறிவியலைப் பற்றி அறியாதவர்களும் எளிதில் புரிந்துகொள்ளும் முறையில் எளிய நடையில் எழுதப்பட வேண்டும்.

அருங்காட்சியகம் அமைக்கும்போது கவனிக்க வேண்டுவன

அருங்காட்சியகத்தின் வாயிலில், அதன் அமைப்பு, முக்கிய பிரிவுகள் உள்ள இடம் போன்றவை விளக்கமாகக் குறிக்கப்பட்டிருக்க வேண்டும். காட்சியகம் பாடவாரியாகப் பிரிக்கப்பட்டு தொடர்ச்சியாகவும் முறையாகவும் அடுக்கி வைக்கப்பட்டிருக்க வேண்டும். காட்சியகத்தில் மாணுக்கர்கள் தொட்டு எடுத்துப்பார்க்கும் வகையில் சில சிறிய பொருள்களும் இடம் பெறலாம். கற்றலானது பார்ப்பதாலும் கவனிப்பதாலும் மட்டும் முழுமை பெறுவதில்லை. பொருட்கள், மாணுக்கர்கள், ஆசிரியர் முயற்சியால் சேர்க்கப்படுதல் நன்று. இயன்றவரை விலைகொடுத்து வாங்கும் பொருள்களைத் தவிர்க்கவேண்டும். மட்டமான பொருள்களைக் காட்சியகத்தில் வைத்தல் கூடாது. காலத்தாலும், அடிக்கடி பயன்படுத்துவதாலும் தேய்ந்து கெட்டுப்போன பொருட்களை அகற்றி, அவற்றிற்குப் பதிலாக புதிய பொருட்களை வைக்கவேண்டும். பள்ளிக்கு அருகில் கிடைக்கும் சிறந்த பொருட்களும், வேறு இடங்களில் கிடைக்கும் அரிய, கவர்ச்சியான பொருட்களும், காட்சியகத்தில் இடம் பெறல் வேண்டும். பள்ளி காட்சியகம் ஆசிரியரின் முழுக் கட்டுப்பாட்டில் இருப்பதால் மாணுக்கர்களின் தேவையறிந்து நன்முறையில் திட்டமிட்டு செயல்படுத்தப்படவேண்டும். பள்ளியில் உயிரியல் காட்சியகம் தொடங்கும்போது ஆரம்பத்திலிருந்தே மாணுக்கர்களின் ஆர்வத்தையும் பயன்படுத்த வேண்டும். அவர்களையும் யோசனைகள் கூற ஊக்குவிக்க வேண்டும். பொருட்களைச் சேகரித்தல் பற்றி, இன்னும் அதிக அளவில் அவர்களைச் சிந்திக்கத் தூண்டவேண்டும்.

உயிரியல் காட்சியகத்தை மூன்று பெரும் பகுதிகளாக அமைக்கலாம். பொது உயிரியல் பகுதியில், ஒட்டுண்ணிகள், மரபியல், சூழ்நிலையியல், பரிணாம வளர்ச்சி, சூழ்நிலைக்கு ஒத்துவாழ்தல், வண்ண அமைப்புகள் வெளித்தோற்றத்தில் ஒரு பிராணி மற்றொரு பிராணியை ஒத்திருத்தல், சூழ்நிலைக்கு ஏற்ப பிராணிகளின் அமைப்புகள், உருமாற்றம் போன்றவை இடம்பெறல் வேண்டும்.

பிராணிப் பகுதி

பிராணிகளின் வகைகள். முதுகெலும்பு பிராணிகளின் எலும்புகள், மண்டை ஓடுகள், மூளை வளர்ச்சி, கரு வளர்ச்சி, புதை படிவ பிராணிகள், மனிதனின் பரிணாம வளர்ச்சி போன்றவை இடம் பெறலாம்.

தாவரப் பகுதி

தாவரவகைகள், ஒருவிதை இலைத் தாவரம், இருவிதைஇலைத் தாவரம், தாவரங்களின் பாகங்களின் அமைப்பு, விதை பரவுதல், பொருளாதாரச் சிறப்பு வாய்ந்த தாவரங்கள், புதைபடிவத் தாவரங்கள் ஆகியவை இடம்பெறல் வேண்டும்.

காட்சியகங்களைப் பாதுகாத்தல்

காட்சியகத்தில் உள்ள பொருட்கள் நல்ல நிலையில் உள்ளனவா? என்றும், திரவத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ள பொருள்களின் திரவமட்டம், பொருளுக்குமேல் உள்ளனவா? என்றும் கவனிக்க வேண்டும். ஆண்டிற்கு மூன்றுமுறை பொருள்கள் வைத்துள்ள அலமாரியில் அந்து உருண்டைகள், கற்பூரம், கார்பாலிக் அமிலத்தில் நனைத்த பஞ்சுகளை வைக்க வேண்டும். எறும்புகள், மண்டை ஓடுகள் மேல் கனடா பால்சம் கலந்த டர்பென்டைனை ஆண்டிற்கு ஒருமுறை பூசவேண்டும். ஆண்டிற்கொருமுறை பதப்படுத்தப் பட்ட பறவைகளின் உடலில் டர்பென்டைனை பூச வேண்டும். இல்லையெனில் இறகுகள் உதிர்ந்து விடும். அதன் அலகு, கால்களுக்கு கனடர் பால்சம் கலந்த டர்பென்டைனைப் பூசவேண்டும். உலர்த்தப்பட்ட இலைகள், மற்றும் பழங்கள், விதைகள், தானியங்களை, பூச்சிகளால் அழிவு ஏற்படாமல் பார்த்துக் கொள்ளவேண்டும்.

காட்சியகப் பதிவேடுகள்

காட்சியகத்தில் உள்ள பலவகையான அலமாரிகளும் எண்ணிடப் பட்டு, பெயரிடப்படல் வேண்டும். அவைகளில் உள்ள பொருட்களை பதிவேட்டில் பதிந்து வைக்கவேண்டும். புதியதாகச் சேகரிக்கப்பட்ட அல்லது நீக்கப்பட்டவை உடனடியாகப் பதிவு செய்யப் படவேண்டும். இப்பதிவேடு உயிரியல் ஆசிரியரின் பொறுப்பில்

இருப்பதோடு, ஆண்டிற்கு இருமுறை பொருள்கள் சரிபார்க்கப் படல் வேண்டும்.

உயிரியல் பொருட்களைப் பாதுகாக்கப் பயன் படுத்தப்படும் இரசாயனத் திரவங்கள்

ஈரநிலையில் பிராணிகளையும், தாவரங்களையும் சேமிக்க 1. பார்ம லின், 2. மெதிலேறு ஸ்பிரிட் போன்றவை பொதுவாக பயன் படுத்தப்படுகிறது.

பார்மலின்

ஆல்காக்களை அவையுள்ள நீரோடு 2 சதவீத பார்மலின் சேர்த் தும், பெரிய தாவரங்களுக்கு 3-5 சதவீத பார்மலின் கரைசலும், மெல் லுடலிகள் (நத்தை, சிப்பி) போன்ற சிறிய பிராணி வகைகளுக்கு 5 சதவீத பார்மலினும், பெரிய பிராணிகளுக்கு (அணில், எலி) 10 சத வீத பார்மலினும் பயன்படுத்தலாம். இவற்றின் நன்மை விலை மலி வாகும். ஆனல் சில குறைபாடுகளும் உண்டு. இவை தசைகளின் ஊடே நன்கு புகாததால் நீண்டகாலத்தித்துப் பின்னர் பொருள்கள் கெட்டுவிடும். சில காலம் கழித்து பொருட்கள் சுருங்க ஆரம்பித்து விடும். பச்சை நிறமானது கரைந்துவிடும். எனவே பச்சைப் பாம்பு களும், பச்சை நிறப் பிராணிகளும் இதில் பாதுகாக்கப்பட முடியாத தாகி விடும்.

மெதிலேறு ஸ்பிரிட்

பார்மலின் பயன்படுத்துவதற்கு முன் இது வெகுவாகப் பயன் படுத்தப்பட்டது. தண்ணீர் கலக்காமல் 100 சதவீதமாகவே பயன் படுத்தப்படுகிறது. இதில் உள்ள குறையானது, பிராணியின் உண்மை நிறம் கரைந்துவிடும். இது அதிக அளவில் தேவைப்படும். இதற்கென தனி வண்ணம் இருப்பதால் பிராணியின் நிறம் தெளிவா கப் புலப்படுவதில்லை. இதுவும் தசையின் ஊடே புகுவதில்லை. எனவே நீண்ட காலத்திற்குப் பின்னர் பொருள்கெட வாய்ப்பு உள்ளது.

40—70 சதவீத ஆல்கஹால்

இதில் பிராணிகளின் நிறம் கெடுவதோ, மாறுவதோ மிகவும் குறைவாக உள்ளது. இது தசைகளின் ஊடே புகுவதால், தசைகள் சுருங்காமலும், மடிப்பு விழாமலும் பாதுகாக்கப்படுகிறது. ஆனல் இதன் விலை அதிகம்.

அருங்காட்சியகப் பயன்கள்

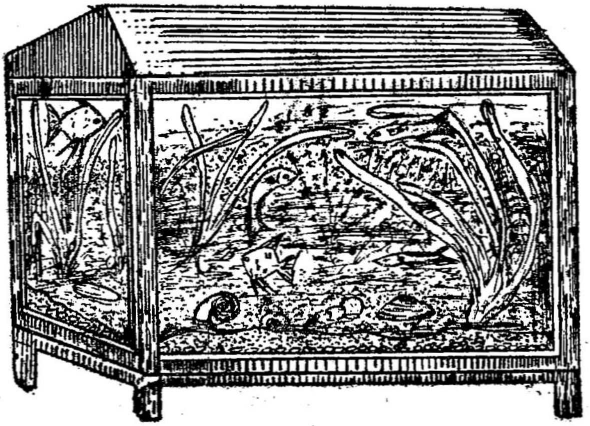
பாடம் போதித்தலுக்குத் தேவையான துணைப் பொருட்களைக் குறுகிய காலத்தில் எடுத்துவசலாம். மாணக்கர்களின் உதவியுடன் காட்சியகத்தில் பொருட்களைச் சேர்க்கலாம். அவர்களைப் பொருள்களைத் திரட்டிவரச் செய்து, அவற்றை காட்சியகத்தில் வைத்து அதன் அருகில் அவர்கள் பெயரையும் எழுதலாம். இதனால் அவர்களிடத்தில் பொருட்களைத் திரட்டும் மனப்பான்மை வளரும். நல்ல கல்விப் பயனுள்ள பொருள்களைத் தேட அவர்கள் முயலுவார்கள். அவர்களது அறிவு இதனால் பெருகுவதுடன், ஓய்வு நேரத்திற்கு இது நல்ல பொழுதுபோக்காகும். மாணக்கர்களுக்கு அறிவியல் படிக்கும் விருப்பம் இதனால் அதிகமாகும். அபூர்வமான தாவரங்கள், பிராணிகள் முதலியவற்றைப் பாதுகாத்து வைத்து தேவையான போது இவைகளைக் கற்பித்தலுக்குப் பயன்படுத்தலாம். நல்ல நிலையில் நிறுவப்பட்ட காட்சியகமானது மக்களுக்கு வெறும் கண்காட்சியாக இருப்பதன்றி அறிவு வளர்ச்சிக்கும் காரணமாக இருக்கும். சிறப்பான நாட்களில் பொதுமக்களையும் காண அனுமதிக்கலாம். நீர்வாழ் உயிரின காட்சியகமும் இதில் இடம் பெறும். மாணக்கர்கள் பொருள்களைச் சேகரிக்க குழுக்களாகப் பணி புரியும்போது, மாணக்கர்களிடையே சமூக உணர்வு, கூட்டுறவு மனப்பான்மை வளர்கிறது. நல்ல முறையில் பார்வைக்கு முறையாக அடுக்கும்போது ஒழுங்கு, தூய்மை போன்ற நற்பண்புகளோடு, அரிய கைத்திறன்களும் அவர்களிடம் வளர்கிறது. இது வியப்பூக்கத்தைத் தூண்டி மேலும் கற்க வேண்டும் என்ற ஆர்வத்தைத் தூண்டுகிறது. இயற்கையில் உள்ள பொருள்களைச் சேகரிக்கத் தொடங்குகையில், இயற்கைபற்றி நன்கு அறியவும் வாய்ப்பு ஏற்படுகிறது. அதோடு இயற்கையிலுள்ள பொருள்களின் தொடர்பையும் அறிய முடிகிறது. வண்ணத்துப் பூச்சிகள், மீன், தவளை, பாம்பு, பறவை போன்றவைகளைப் பார்க்கும்பொழுது அவர்களது ஆர்வம் மேலும் வளர்ந்து அது சம்பந்தமான பலவகைப் புத்தகங்கள், வார, மாத வெளியீடுகள் ஆகியவற்றைப் படிக்க ஊக்கம் ஏற்படுகிறது. தனது சூழ்நிலையில் உள்ள பொருள்களைப் பற்றி அறிய நிலையான ஆர்வம் ஏற்படுகிறது. இவை ஆசிரியருக்கு பெரும் பயனளிக்கிறது. தனது பாடத்திற்குத் தேவையான துணைப் பொருட்களை மிக அதிக அளவில் காண்பித்து தனது பாடப் பொருளை மிகநன்ருக விளக்கலாம். மேலும் ஒரு குறிப்பிட்ட இனப் பிராணிகளைப் பற்றி விளக்கும்போது பலவகையான பொருளைக் காண்பித்து, அந்த இனம் பற்றிய விரிவான எண்ணத்தை ஏற்படுத்தலாம். பட்டுப் பூச்சி, மீன்கள் போன்றவை இதற்கு எடுத்துக்காட்டாகும். இது மாணக்கர்கள் ஆசிரியர் நல்லுறவிற்குப் பெரிதும் துணைபுரிகிறது. கல்விப் பயணம், பொருட்களைச் சேகரிக்கச் செல்லும்போது அவர்களது நல்லுறவு பலப்படுகிறது.

நீர்வாழ் பொருட்காட்சியகம் மீன்காட்சித் தொட்டி

(Aquarium)

மீன் காட்சித் தொட்டி

ஒவ்வொரு பள்ளியிலும் ஒரு நீர்வாழ் உயிரினங்களை வளர்க்குமிடம் இருக்கவேண்டும். இச்செயல் திட்டங்கள் பள்ளியில் மகிழ்ச்சியையும், ஊக்கத்தையும் உண்டாக்கும். மாணுக்கர்கள் தாவரங்களும், பிராணிகளும் ஒன்றை ஒன்று சார்ந்து வாழ்தலையும் காணுவார்கள். இது வகுப்பறைக்குள் ஏற்படுத்தப்பட்ட ஒரு சிறு குளமாகும். இதனை உயிரியல் பாட போதனைக்கும், பல திட்டமிட்ட



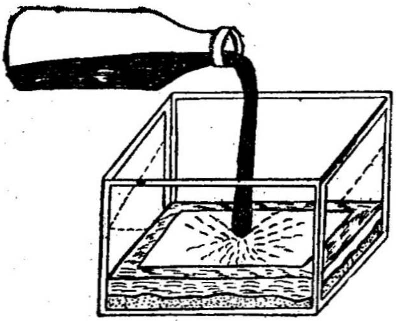
படம்-8.

நீர்வாழ் பொருட்காட்சியகம்

செயல் திட்டங்களுக்கும் பயன்படுத்தலாம். தாவரத்தையும் பிராணியையும் எந்த குளத்திலிருந்து கொண்டு வரப்பட்டதோ அதே சூழ்நிலை, நீர்வாழ் உயிரினத் தொட்டியிலும் இருக்க வேண்டுவது மிகவும் அவசியமாகும். நீரோடையிலிருந்துக் கொண்டு வந்த மீன்கள் நல்ல காற்று அதிகம் நிறைந்த நீரில் வளர்ந்தவையாகையால் நீர் தொட்டியில் வளராது. எனவே தொட்டி நீரை அடிக்கடி மாற்ற வேண்டும். தேங்கிய நீர் நிலையிலிருந்து கொண்டு வந்தவை நீர்வாழ் உயிரினத் தொட்டியில் நன்கு வளரும். பொதுவாக இத் தொட்டியானது சிறிய அளவிலும் செவ்வக வடிவத்திலும் இருப்பது விரும்ப தக்கதாகும். இவைகளை வேண்டும் போது எடுத்து வைக்க அவை எளிதாக இருக்கும்.

அமைக்கும் முறை

செவ்வகமான கண்ணாடித் தொட்டியை நன்றாகச் சுத்தம் செய்யவேண்டும். சுமார் இரண்டு அங்குல உயரத்திற்கு அடியில் சுத்தமான கரடு முரடான சரளை மண்ணை நிரவவேண்டும். அதன் மீது சுத்தமான மணலை நிறைய ஒரு அங்குல அளவில் போட வேண்டும். ஒரு சில சிறிய கற்களையும் பிராணிகள் மறைந்துகொள்ள வைக்கவேண்டும். கடினமான அட்டையை வைத்து அடியில் உள்ள மண், மணல் கலக்காமல் நீரை ஊற்ற வேண்டும். குளத்திலிருந்தும் நீரைக் கொண்டு வரலாம். குழாய் நீரையும் பயன்படுத்தலாம். ஆனால் அதை 48 மணி நேரம் பயன்படுத்துவதற்கு முன் வைத்திருந்தால் அதில் கலந்துள்ள குளோரின் போன்ற வேதியல் பொருள்கள் வெளியேறிவிடும். சுத்தமான குளத்து நீரே விரும்பத்தக்கது. அது கிடைக்காவிடில் கிணற்று நீரையோ, ஆற்று நீரையோ பயன்படுத்தலாம். மண் வெளியில் தெரியாமல் தண்ணீர்விட்டு நிரப்பவேண்டும். பின்னர் குளத்திலிருந்து கொண்டுவந்த வாலிஸ்நேரியா, வேலம்பாசி (Hydrilla) போன்ற நீர்த் தாவரத்தை தூசி, ஆல்கா போன்றவை இல்லாமல் கழுவிவிட்டு, வேரானது நன்றாக பதியும் வகையில் தொட்டியில் உள்ள மண்ணில் நட வேண்டும். இதை ஆள்காட்டி விரலோடு, செடியின் அடித் தண்டும் வேரும் மண்ணில் புதையுமாறு மணல் அடுக்கிற்கு கீழ் அழுத்தி நட வேண்டும். அதிக அளவில் செடிகள் நடாமல் நீர்பரப்பு அதிகம் இருக்குமாறு பார்த்துக் கொள்ளவேண்டும். சில ஆல்காக்கள் போன்ற மிதக்கும் தாவரங்களையும் நீரில் மிதக்கவிட வேண்டும். மிதக்கும் தாவரங்களின் ஒரு முனையைக் கற்களோடு இணைத்து அவற்றை நேராகவும் நிலையாகவும் இருக்கச் செய்யலாம். தொட்டியில் ஒரு அங்குலம் இருக்கும் வரை நீரைவிட்டு நிரப்பவேண்டும். நீர்வாழ் உயிரியல் தொட்டியில் தாவரங்கள் பலவகையில் பயன்படுகின்றன. அவைகள் ஆக்ஸிஜன் குறைவை ஓரளவு நிரப்புகின்றன. அவைகள் நீரில் உள்ள கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடின் அளவைக் குறைக்கின்றன. சிறிய மீன்கள் தங்க இடம் அளிக்கின்றன. மீன்களை விடும் முன்னர் நீரைத் தெளிய விடவேண்டும். பின்பு ஒத்து வாழும் மீன்களை விடவேண்டும். ஒன்றை ஒன்று



படம்-9.
நீர்வாழ் பொருட்காட்சியகம்—
அமைக்கும் முறை

விழுங்கும் மீன்களை விடக்கூடாது. அதிக அளவிலும் விடக்கூடாது. ஒரு காலன் தண்ணீருக்கு ஒரு அங்குல மீன் என்ற அளவில் விட வேண்டும். அதாவது ஆறு ஒரு அங்குல மீன் ஆறு கேலன் தண்ணீர் உள்ள தொட்டியில் அல்லது மூன்று, இரண்டு அங்குல மீன்கள் அதே தொட்டியில் விடலாம். ஒரு கேலன் நீருக்கு இரண்டு நத்தைகள் வீதமும் விட்டு வைக்கலாம். தொட்டியின் ஓரங்களில் வளரும் பாசிகளில் பெரும் பகுதியை இவைகள் தின்றுவிடும். தொட்டியின் மீது ஒரு பெரியக் கண்ணுடித் தட்டை வைத்து நீர் ஆவியாவதைத் தடுக்கலாம். எல்லா விதமான பிராணிகளையும் ஒரேத் தொட்டியில் விடக்கூடாது. போதுமான அளவில் நீர்த் தாவரங்கள் இருந்தால் அதிக அளவில் நீரில் காற்றேட்ட வசதிக்குத் தேவையில்லை. கண்ணுடி சுத்தமாக இருக்க சில நத்தைகளை விட்டால் போதும். அதிக அளவில் புதியச் செடிகள் முளைப்பதைக் குறைத்து, நீருக்கும், தாவரத்திற்கும் உள்ள சமநிலை கெடாமல் பார்த்துக் கொள்ளவேண்டும். அதிக அளவில் பாசிகள் வளர்வதைத் தடுக்க தொட்டியை இருட்டாக்கலாம். ஓரங்களை, சிறிய கத்தியால் சுரண்டி எடுத்து விடலாம். அடியில் உள்ள அசுத்தங்களையும் வடிகுழாய் முறையில் இரப்பர் குழாயால் நீக்கி விடலாம். மை அடைப்பானை உபயோகித்து மீனின் கழிவுகளையும், உண்ணப் படாத உணவுகளையும் எடுத்து விடலாம். உணவு குறைந்த அளவே தேவைப்படும். நத்தையின் முட்டைகளையும், மற்ற நீர் ஜீவ ராசிகளையும் மீன் உண்ணும். வாரத்திற்கு இரண்டு அல்லது மூன்று முறை உணவளித்தால் போதுமானது. எஞ்சிய உணவுப் பொருளை உடனுக்குடன் நீக்காவிடில் அதிக காளான் தோன்றி மீன்களுக்கும் தொற்றிக் கொள்ளும். தொட்டியின் சம நிலையைச் சீராக வைத்திருக்க நீரின் வெப்பநிலை ஒரு முக்கிய காரணியாகும். வெதுவெதுப்பான நீரில், பாசிகள் குளிர்ந்த நீரைக் காட்டிலும் நன்கு வளரும். நீரில் உள்ள மீன்களுக்கு சரியான வெப்ப நிலையானது 60°F—70°F ஆகும். சரியான முறையில் உணவளித்தலும் மிகவும் முக்கியமாகும். எவ்வளவு உணவு தேவை என்பதனையும் நடை முறையில் சோதிக்கலாம். 15 நிமிட நேரத்தில் எவ்வளவு உட்கொள்கிறதோ அதுவே அதன் தேவையாகும். மீன்களைக் கையாளும்போது சிறிய அமுக்கி எடுக்கும் வலையைப் பயன்படுத்தலாம். இவ்வலையைச் சொந்தமாக நாமே தயாரித்துக் கொள்ளலாம். பழைய வெள்ளை காலுறையின் பாதப் பகுதியை வட்டமான கம்பியில் இணைத்து, கைப்பிடி அமைத்துத் தயாரித்துக் கொள்ளலாம். பெரிய பீங்கான் தட்டில் (Pan) தற்காலிகமாக தவளையின் தலைப்பிரட்டைகளை வளர்க்கலாம் கண்ணுடி ஜாடிகளையும் பயன்படுத்தலாம். மிதக்கும் தாவரங்களை இதற்குமேல் பாதுகாப்பு உறையாகப் பயன்படுத்தலாம்.

இதே முறையில் நத்தைகளைக் கண்ணாடி ஜாடிகளில் வளர்க்கலாம். ஜாடியில் குளத்து நீரை நிரப்பி இரண்டு அல்லது மூன்று நத்தைகளைவிட்டு வைக்கலாம். இதற்கு உணவு போட வேண்டியதில்லை. அதில் வளரும் பாசிகளையே அவை உணவாகக் கொள்ளும். கண்ணாடி ஜாடியில் பாகுபோல் முட்டைகள் ஒட்டிக் கொண்டிருக்கும். அவைகளை உருப்பெருக்காடியின் உதவியால், முட்டைகள் பொரித்துக் குஞ்சுகள் வெளி வருவதையும் காணலாம். பள்ளி அருகில் காட்சியகத்தோடு நீர்வாழ் பிராணித் தொட்டியும் அமைக்கலாம் . பலவிதமான பிராணிகள் பலவிதமான உணவுப் பழக்கத்தைக் கொண்டிருப்பதால் உணவு அளிப்பதில் கவனமாக இருக்க வேண்டும். அவைகளுக்கு விருப்பமான உணவை ஒழுங்காக அளிக்க வேண்டும். மீன்கள் ஆரோக்கிய நிலையில் இருக்க மாதம் ஒருமுறை உப்பு நீரில் குளிப்பாட்டலாம். அதற்கு ஒரு காலன் நீரில் $\frac{1}{4}$ தேக்கரண்டி எப்சம் உப்பும் $\frac{3}{4}$ தேக்கரண்டி சாதாரண உப்பும் கலந்து மீன்களைச் சுமார் 24 மணிநேரம் விடப்படலாம். நான்கு சதுர அங்குலத்திற்கு ஒரு செடி வீதம் நடலாம். சூரிய ஒளி நேராக விழாமல் பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும். மாதத்திற்கு ஒரு முறை நீரை மாற்ற வேண்டும். இறந்த பிராணிகளை இடுக்கியால் உடனே எடுத்துவிட வேண்டும். தூசுகள் படியாமலும், தாவரத்திற்கும், பிராணிகளுக்கும் உள்ள சமநிலை கெடாமலும் பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும்.

பயன்

வகுப்பறையை அழகாக அலங்கரிக்க நீர்வாழ் பொருட் காட்சியகம் பயன்படுகின்றன. மாணுக்கர்களுக்கு சிறந்த பொழுபோக்கு அம்சமாகவும் அமைகிறது. பாட போதனைக்கும் இவை உதவுகின்றன. பிராணிகளிடத்தில் அன்பு, பாசம் போன்ற உணர்ச்சிகளை வளர்க்க உதவுகிறது. குழந்தைகளிடமுள்ள அழிக்கும் மனயெழுச்சியைத் தவிர்க்க இது உதவுகிறது.

நிலவாழ் பிராணிகளை வளர்த்தல்

(Vivarium)

முயல், வெள்ளை எலி, அணில் போன்றவைகளைப் பள்ளியில் வளர்க்கலாம். கணுக்காலிகளான மர அட்டைகள், பூரான்கள் தேள், தேனீ, மற்றும் வண்ணத்துப் பூச்சிகளையும் வளர்க்கலாம். ஒவ்வொரு பிராணி வளர்ப்பு பெட்டியானது இரு அறைகளைக் கொண்டதாக இருந்தால் உணவளித்தல், கழிவுகளைச் சுத்தம் செய்தல் போன்றவைகளுக்கு வசதியாக இருக்கும். ஆசிரியர் ஒவ்வொரு நாளும் பிராணிகளின் சுகாதார நிலை குறித்து கவனிக்கவேண்டும்.

பெரிய பிராணிகளை வளர்க்கும்போது தினமும் கழிவு நீர்மம் (lotion) தெளிக்க வேண்டும். வகுப்பறையில் உற்று நோக்கலுக்கென பல வேறு பிராணிகளின் கூடுகளை அமைக்கலாம். சில பிராணிகள் கூட்டில் அடைப்பதற்குப் பொறுத்தமானவை. மாணுக்கர்களையும் அவர்களது செல்ல பிராணிகளையும் சில நேரங்களில் வகுப்பிற்குக் கொண்டு வருமாறு உற்சாகப் படுத்தலாம். மண் புழுக்களை, மணல், மண் போன்றவைகளை அடுக்காக வைத்துள்ள கண்ணுடி பக்கங்களைக் கொண்ட சிறிய பெட்டியில் வைத்து, அவை எவ்வாறு மண்ணில் காற்ருேட்டம் ஏற்படவும், மண்ணைக் கலக்கவும் உதவுகின்றன என்பதை விளக்கலாம். சிறிய பிராணிகளைக் கூடுகளில் வளர்க்கும்போது அவைகளின் சுதந்திர சூழ்நிலை ஓரளவு கெடாமல் பார்த்துக்கொள்வது நலம். இல்லையெனில் அவைகள் உற்சாகமிழந்து மாறுபட்ட சூழ்நிலையின் காரணமாகப் பிழைக்காமலும் போகலாம். சில பிராணிகளைச் சிறிது காலம் வைத்திருந்து பின்னர் விட்டுவிடலாம். பிராணிகளை உற்று நோக்கும்போது இயன்றவரை இயற்கைச் சூழ்நிலையிலேயே காணவேண்டும். பிராணிகளை வளர்க்கும்போது, தேள், பாம்பு ஆகியவற்ருல் அன்றி நாய் போன்றவைகளாலும் சிலவேளைகளில் ஆபத்து ஏற்படலாம். எனவே கீழ்க் கண்டவைகளைக் கவனத்தில் கொள்ளவேண்டும்.

1. ஆபத்தில்லாத பிராணிகள் என்பதை நன்கு உணர்ந்த பின்னரே அவற்றை கையால் தொடுதல், அல்லது வைத்திருத்தல் போன்றவைகளைச் செய்யலாம்.

2. சில வேளைகளில் சிறு பறவைகள், சுண்டெலிகள் வாழும் இடங்களில், விஷப் பாம்புகள் போன்றவை வந்து தங்கி ஆபத்தையும் விளைவிக்கும்.

3. எந்த பிராணியால் எந்த விதமான காயம் ஏற்பட்டாலும் உடனடியாக தக்க மருத்துவரின் உதவியை நாட வேண்டும்.

4. எந்த பிராணியையும் பள்ளியில் வளர்க்கும்போது பள்ளியின் தலைமையின் கவனத்திற்குக் கொண்டு வந்து அவரது அனுமதிப் பெற்றே வளர்க்க வேண்டும். மாணுக்கர்கள் பார்க்கும் ஆவலால் விளைவை அறியாது, ஆபத்தை வரவழைத்துக் கொள்ளலாம்.

உயிரினங்களைப் பள்ளியில் வளர்த்தல் என்பது புழுக்களை வளர்த்தல், பூச்சிகளை வளர்த்தல், சிறிய பறவைகளை வளர்த்தல், சிறிய செல்ல பிராணிகளை வளர்த்தல், மெண்டலின் சோதனையை விளக்கும் தாவரங்களை வளர்த்தல் என பலவகைப்படும்.

இயற்கை நாட்காட்டி
(Nature Calender)

இது ஆண்டு முழுவதும் ஒவ்வொரு நாளும் இயற்கை நிகழ்ச்சிகளான மழை, வெயில், காற்று, தட்பவெப்ப நிலை, போன்றவைகளையும், பலவகையான செடி, கொடி, மரங்களின் வளர்ச்சி, பூக்கும் காலம், காய்த்தல் போன்ற தகவல்களையும் மற்றும் பலவகைப் பிராணிகள், பறவைகளை உற்று நோக்கி, அவைகளைக் குறித்து வைத்தலாகும். எந்தெந்த மாதங்களில் எவ்வகையான பயிர்கள் செய்யப்படுகின்றன என்ற விபரம் இதில் இடம் பெறும். மரங்கள் இலையுதிர்தல், துளிர் காணுதல் போன்ற விபரங்களும், குறிப்பிட்ட காலங்களில் காணப்படும் பறவைகள், பூச்சிவகைகள் பற்றிய செய்திகளை நாள்தோறும் அறிந்து அவற்றை முறைப்படுத்தி தொகுத்து வைத்தல் போன்றவை இயற்கை நாட்காட்டி எனப்படும். இதனை இளஞ்சிறுர்களும் செய்யலாம். அவர்கள் வார்த்தைகளால் எழுதுவதைவிட, ஓவியமாகத் தீட்டச் செய்யலாம். மழை, வெயில் மேகம் போன்ற கால நிலைகளைத் தக்க ஓவியங்களாக மாணுக்கர்களை வரையச் செய்யலாம். இவற்றில் அவர்கள் மிகுந்த உற்சாகத்துடன் ஈடுபடுவர்.

உயர்நிலைப் பள்ளியில் கீழ் வகுப்பு மாணுக்கர்களைப் பல்வேறு இயற்கை நாட்காட்டி தயாரிக்கும் பணியில் ஊக்குவிக்கலாம். உதாரணமாக பலவகையான விதைகளைப் பள்ளித் தோட்டத்தில் நட்டு அவைகள் முளைக்கும் விதம், முதல் இலை விடுதல், பூத்தல், காய்த்தல், போன்ற தாவரத்தின் முழு வரலாற்றையே நிகழ்ச்சிகள் நடைபெறும்போது நாள் தோறும் கூர்ந்து கவனித்து அவைகளை இயற்கை நாட்காட்டி ஏட்டில் குறிக்கச் செய்யலாம். குறிப்பிட்ட பகுதியில் காணப்படும் பறவைகளின் உள் நாட்டுப் பெயர்கள், அதற்கேற்ற ஆங்கிலப் பெயர்களையும் குறிக்கச் செய்யலாம். இயற்கை நாட்காட்டியைப் படவடிவத்திலும் தயாரிக்கலாம். பெரிய வட்டம் வரைந்து அதன் பன்னிரண்டு பகுதிகளாகப் பிரித்து, ஒவ்வொன்றும் ஒரு மாதத்தைக் குறிக்கும் வகையில் அமைக்கலாம். நான்குப் பருவங்களைக் குறிக்கும் வகையில் வட்டத்தை நான்கு பகுதியாகவும் பிரிக்கலாம். ஒவ்வொரு மாதம் அல்லது பருவத்தில் அவர்கள் கண்ட இயற்கை நிகழ்ச்சிகளையும், தாவர, பிராணிகளின் செயல்களையும், விபரங்களையும் அழகாக எழுதவும், வண்ணமாக தீட்டவும் ஊக்குவிக்கலாம். ஏழு, எட்டாம் வகுப்பு மாணுக்கர்களைப் பறவைகள் கூடு கட்டும் காலம், அவற்றிற்குப் பயன்படுத்தும் பொருள்கள், பலவகையான கூடுகள், முட்டையிடும் காலம், அடைகாத்து குஞ்சு வெளிவரும் காலம் போன்றவைகளையும், அவைகள் பறக்கத் தொடங்கும் காலத்தையும் குறிக்கச் செய்யலாம். அதுபோலவே

வண்ணத்துப் பூச்சி, தவளைப் போன்றவைகளின் வாழ்க்கை வரலாற்றைக் கவனித்து வரச் செய்யலாம். பள்ளியைச் சுற்றியுள்ள தாவர இனங்களில் ஒரு தடவை பூத்தவுடன் அழியும் தாவரங்கள் பலவகை இலையுதிர் மரங்கள், காளான்கள் தோன்றும் காலம் இவற்றை அறிந்துவரச் சொல்லலாம். குறிப்பிட்ட காலங்களில் புதியதாகக் காணப்படும் பறவைகள், அவை கூடுகட்டி, குஞ்சு பொரித்து வாழ வருகின்றனவா? அன்றி உணவின் பொருட்டு வருகிறதா? என்கிற தகவலையும் கவனிக்க கூறலாம்.

இயற்கை நாட்காட்டி பணியாக காலநிலைகளையும், வானிலையும் குறித்துவரச் செய்யலாம். வெப்பமானியால் அன்றாட தட்பவெப்ப நிலையையும், காற்று வீசும் திசையை, காற்று திசை அறியும் கருவியின் வாயிலாக அறிந்தும், மழை பெய்யும்போது மழை மானியால் மழையின் அளவையும் பாரமானியால் அன்றாட காற்றின் அழுத்தத்தையும் குறிக்கச்செய்யலாம். கால மாறுபாடுகளின் போது உண்டாகும் தாவர இனங்கள், மர அட்டைகள், மண்புழுத் தோன்றுதல், தவளையின் இரைச்சல் ஆகியவற்றையும் கூர்ந்து கவனிக்கத் தூண்டலாம். இவ்வாறு கவனித்த நிகழ்ச்சிகளைத் தொகுத்து இயற்கை நாட்காட்டி அமைக்கச் செய்யலாம்.

இயற்கை நாட்காட்டிகளைத் தயாரிக்கும் பணியை மேற்கொள்ளும்போது ஆசிரியர் குறிப்பிட்ட இடத்தைத் தேர்ந்தெடுத்து அங்குள்ள செடி, கொடி, மலர்கள், பூக்கும் பருவம், காய்க்கும் காலத்தையும் இலையுதிர்தலையும் குறிக்கச் சொல்வது ஒருமுறை. மற்றொரு முறை பறவைகள் கூட்டமாக் வேறு இடங்களுக்குச் செல்லுதல் (Migration) குறிப்பிட்ட தாவரங்கள் பூத்தல் போன்ற காலங்களைப் பற்றிக் குறிப்புகளைத்தந்து அக் காலங்களில் காணப்படும் சில பறவைகள், சில தாவரங்களைக் குறித்து வரச் செய்தலாகும். இயற்கை நாட்காட்டியை உருவாக்கும் பணியை மேற்கொள்ளச் செய்யும் ஆசிரியரே இதனை நன்கு அறிந்திருக்க வேண்டும். ஒரு ஆண்டிற்கான நாட்காட்டியை அவரே உருவாக்கி இருந்தால்தான் மாணுக்கர்கள் பல்வேறு இடங்களில், பல்வேறு காலங்களில் காணப்படும் தாவரங்கள் பிராணிகளின் பல்வேறு நிகழ்ச்சிகளைக் குறிக்கும் முறையை வலியுறுத்திக் கூற முடியும்.

ஒவ்வொரு மாத இறுதியிலும் மாணுக்கர்கள் தயாரித்த இயற்கை நாட்காட்டியை ஆசிரியர் சரிபார்த்து, வகுப்பறையில் அவற்றை விவாதித்து ஆராய்தல் வேண்டும். இறுதியில் கண்ட முடிவுகளை அம்மாதத்திற்கான இடத்தில் சுருக்கமாக எழுத வேண்டும். இதுபோலவே, ஒவ்வொரு பருவ இறுதியிலும் ஆண்டு இறுதியிலும் செய்யப்படலாம்.

பயன்கள்

இது மாணுக்கர்களின் உற்று நோக்கும் திறனை நன்கு வளர்க்க உதவுகிறது. அன்ருட வகுப்பறை வேலை, போதனைகளிலிருந்து மாறுபட்டு இருப்பதால் மாணுக்கர்களுக்கும், ஆசிரியருக்கும் கவர்ச்சியைக் கொடுக்கிறது. விதைகள் முளைத்தல், விதைகள் பரவுதல், பறவைகள், வண்ணத்துப் பூச்சிகள், பலவகைத் தாவரங்களைப் பற்றி கற்பிக்கையில் நன்கு விளக்குவதற்கு தேவையான உதாரணங்களைத் தரலாம். இதனுல் இயற்கைப் பாடம் வாழ்வோடு ஒட்டியதாக அமைகிறது.

கல்வி சுற்றுலாக்கள், வெளியில் சென்றுவருதல் போன்றவைக் கவர்ச்சியாகவும் பயனுள்ளதாகவும் அமைகிறது. ஓய்வு நேரத்தை பயனுள்ள வகையிலும், நல்லமுறையிலும், கழிக்க உதவுகிறது. வகுப்பறைக் கல்வியோடு வெளியுலக வேலையைத் தொடர்பு படுத்தி இயற்கையை நன்கு அறிய உதவுகிறது. வாரத்தில் இரண்டு மூன்று பாடவேளைகளே இயற்கைப் பாடத்திற்கு ஒதுக்கப் படுவதால் மிகவும் குறைவான காலத்தில் மேற்கொள்வது கடினமாக இருக்கலாம். எனினும் இச்சிறு தடங்கல்களைப் பொருட்படுத்தாது ஊக்கமும் உற்சாகமும் உள்ள உயிரியல் ஆசிரியர் பள்ளியில் இயற்கை நாட்காட்டி தொடங்குவது மிகுந்த பயனை விளைவிக்கும்.

பள்ளித் தோட்டம்

(School Garden)

இயற்கைப் பாடமாகிய உயிரியலைக் கற்பித்தலுக்கு பள்ளித் தோட்டம் சிறந்த சாதனமாகப் பயன்படுகிறது. தோட்டம் வகுப்பறைக்கு வெளியே உள்ள ஒரு உயிரியல் ஆய்வகமாகும். வகுப்பறைக்குள் தீர்க்க முடியாத சில பிரச்சனைகளை இங்கு எளிதாக விளக்கலாம். பள்ளித் தோட்டம் உயிரியல் கற்பித்தலுக்குத் தேவையான பொருள்களை வழங்கும் இடமாகவும் விளங்குகிறது. பள்ளித் தோட்டம் அமைப்பதனுல் ஏற்படும் மாணுக்கர்களின் ஆர்வம் அவர்கள் சொந்த தோட்டம் அமைப்பதற்கும் ஆவலைத் தூண்டுகிறது. பள்ளித் தோட்டமானது பூச்சிகள் வாழும் இடமாகவும் இருக்கிறது. எனவே பலவகையானப் பூச்சிகளைப் பற்றிக் கற்பிக்கவும், சேகரிக்கவும் வாய்ப்பு உள்ளது. பூச்சிகளைப் பற்றி பள்ளியில் அதிக கவனம் செலுத்தப்படல் வேண்டும். முதுகெலும்பில்லாப் பிராணிகளில் பூச்சி இனம் பெரிய இடத்தைப் பெறுகிறது. அவைகளை எளிதாகச் சேகரித்து சேர்த்து வைக்க இயலும். பூச்சிகளால் மனிதர்களுக்கு ஏற்படும் நன்மை, தீமைகள், அவற்றின் சலனம், சுவாசித்தல், உணவு பழக்கம், தொடு உணர்ச்சிகள், வண்ணங்கள் போன்ற

வைகளை நன்கு அறிய வாய்ப்பு உள்ளது. கவர்ச்சியாக அமைக்கப் பட்ட பள்ளித் தோட்டமானது பள்ளியின் சிறப்பான வசதிகளில் ஒன்ருகும். இத்தோட்டமானது கிராமியக் கைத் தொழிலைக் கற்பிப்ப தோடு நாட்டுப்புற வாழ்க்கையோடும் நேரடித் தொடர்பு ஏற்படுத்து கிறது. இயற்கைப் பாடம் கற்பிக்க சிறந்த இடம் திறந்த வெளிகளும், தோட்டங்களுமேயன்றி வகுப்பறை அல்ல. பல பள்ளிகளில் தோட்டத்திற்கு வாய்ப்பிருந்தும், அமைக்கப்படுவதில்லை. சில இடங்களில் தோட்டமிருந்தும் அவற்றைக் கல்வி நோக்கத்திற்குப் பயன்படுத்தாததோடு, மாணுக்கர்களை உள்ளே அனுமதிப்பதும் இல்லை. நகர்புற பகுதிகளில் சில இடங்களில் மாணுக்கர்களை வெளியே அழைத்துச் சென்று அடிக்கடி காண்பிக்க இயலாது. அது போன்ற சமயங்களில் பள்ளித் தோட்டம் சிறந்த பயனளிக்கும். நன்கு அமைக்கப்பட்டு, பராமரிக்கும் தோட்டத்தைப்போல் மன மகிழ்ச்சித் தருவது ஒன்றில்லை.

செயல் திட்டமுறையில் பாடம் கற்பிக்க பள்ளித் தோட்டம் நன்கு பயன்படுகிறது. இயற்கைப் பாட போதனைக்கு உதவும் பொருள்களைக் கொடுக்கும் தோட்டம் இல்லாத பள்ளியை ஒரு பள்ளி என்பதே கேலிக் கூத்தாகும். உயிருள்ள தாவர, பிராணி களைப் பாடம் கற்பித்தலுக்கு பயன்படுத்த தேவைப்படும்போது வழங்குவதோடு, தோட்டமானது ஒரு சிறிய இயற்கைச் சூழ்நிலை யோடு இணைந்த சோதனைச் சாலையாகவும் விளங்குகிறது என உயிரியல் கற்பித்தலில் வல்லுநர்களான பிலிப்ஸ், காக்ஸ் போன்ற அறிஞர்கள் கூறியுள்ளனர். தோட்டத்திலுள்ள செடிகளைப் பார்க் கும்போது அவைகள் குறித்து விரிவான எண்ணம், அவைகளின் உணவுப் பயன், மருந்துப் பயன், கலையழகு பயன் ஆகியவற்றை அறிகின்றனர். நேரடியாக உற்றுநோக்கி கற்கும்போது அது தர மும், பயனும் உள்ளதாக அமைகிறது. தோட்டம் அமைப்பதில் அக்கறைக் கொள்ளுமாறு மாணுக்கர்களை ஆசிரியர் ஊக்குவிக்க வேண்டும். மண்ணைப் பண்படுத்துதல், விதையிடுதல், எருவிடும் முறைகள், நாற்றங்கால் அமைக்கும் முறைகள், பிடுங்கி நடுதல், பல்வேறு தாவரங்களைப் பயிரிடும் முறைகள், தாவரங்களுக்கு வரும் நோய்கள், அவற்றை உண்டாக்கும் கிருமி வகைகள், நோய்களைப் போக்கும் முறைகள், மண் வகைகள் முதலிய பல்வேறு செய்திகளை அனுபவ முறையில் கற்பதற்குத் தோட்டம் துணையாக உதவுகிறது.

பள்ளியில் சில சோதனைப் பாத்திகள் அமைத்து அதில் புதிய ரக செடிகளையும், மாணுக்கர்கள் எளிதில் காண முடியாத செடிகளை யும் வளர்க்கலாம். ஒரே இனத்தைச் சார்ந்த பல வகைச் செடிகள், பல வகையான புற்களை வளர்ப்பதும் பயனுள்ள ஒன்ருகும்.

பள்ளித் தோட்டத்தில் பல பரிசோதனைகளையும் நடத்திக் காட்டலாம். பாத்திகளில் செடிகளுக்கு எருவிட்டும், சில செடிகளுக்கு எரு போடாமலும் வைத்து ஏற்படும் பயனைக் காணச் செய்யலாம். அதே போல் பூச்சி மருந்தடித்தல், நாற்றினைப் பிடுங்கி இடம் விட்டு நடுதல் இவற்றால் ஏற்படும் பயனை விளக்கலாம். பாத்திகளில் விதை முளைக்க வைத்தல் போன்ற பல பரிசோதனைகளைச் செய்யலாம். விதையில்லாப் பெருக்க முறையில், பதியம் போடுதல், ஒட்டு போடுதல், கிளைகளை:வெட்டி நட்டு வளர்த்தல் போன்றவைகளையும் செய்துக் காட்டலாம். தோட்டம் எவ்வளவு சிறியதாக இருந்தாலும் அதில் எல்லா வகைத் தாவரங்களும் இடம்பெறல் வேண்டும். வளநிலச் செடிகள், நீர்வாழ்த் தாவரங்கள், பாலை நிலச் செடிகள், புல்லுருவிகள், மற்றும் பிற செடி, கொடி, மர வகைகள், பெரணிகள் ஆகியவை இடம் பெறல்வேண்டும். நமக்குப் பயன்படும் செடிகள், உணவாகப் பயன்படும் கீரைகள், உடைக்குப் பஞ்சுதரும் பருத்தி, மற்றும் உடல் நலம் பேணும் மூலிகைகள் என இயன்ற வரை எல்லா வகைத் தாவரங்களும் தோட்டத்தில் இடம் பெறலாம்.

தோட்டம் அமைத்தல்

பள்ளித் தோட்டத்திற்கு ஒரு எருக்குழி இரண்டு அல்லது மூன்று மீட்டர் பக்கமுள்ள சதுரமான குழி ஒரு மீட்டர் ஆழத்தில் அமைக்க வேண்டும். அதில் தோட்டத்தில் காணும் கழிவுப் பொருள்கள், உலர்ந்த இலைகள், ஆகியவற்றைப் போட்டு மேல், சாம்பல், சாணம் போன்றவைகளைக் கொண்டு மூடி எருக்குழி தயாரிக்கலாம். தோட்டத்தில் வாழை, தென்னை, யூக்லிப்டஸ் போன்ற சில மரங்களை வளர்க்கலாம். தோட்டக் கருவிகளைப் பாதுகாப்பாகவும், ஒழுங்காகவும் வைக்க ஒரு இடம் அவசியம். மண் தொட்டிகளில் சிறு செடிகள் முதலியவற்றைத் தயார் செய்ய ஒரு இடம் ஒதுக்கப்படல் வேண்டும். தொட்டிகளில் பயன்படுத்தப்படும் கலவை மண்ணை, மணல், செம்மண், இலைமக்கு, சாணம் ஆகியவற்றைச் சரிவிகிதத்தில் கலந்து பயன்படுத்த வேண்டும். இத் தொட்டிகளில் பதியன் போடுதல், ஒட்டுச் செடுகள், பூஞ்செடிகள், நாற்று தயாரித்தல் போன்றவைகளைச் செய்து காட்டலாம். தோட்டத்தின் ஒரு பகுதியில் சுத்த நீர் தாவரங்கள், மீன்கள், ஆமைகள், நத்தைகள் போன்ற நீர்வாழ் பிராணிகளையும் வளர்க்கலாம். தோட்டத்தில் ஒரு தேன்கூடு அமைக்கலாம். இதனால் பலவகையான தேனீக்களை மாணுக்கர்கள் காணவும், அதன் பயனையும் அடைவார்கள். பாடம் கற்பித்தலுக்கும் பயன்படுத்தலாம். பள்ளித்தோட்டம், அமைக்கும் இடத்தைத் தேர்ந்தெடுக்கும் போது தாவரங்களின் வளர்ச்சிக்குத் தேவையான சூரிய வெளிச்சம், நல்ல மண் உள்ள நிலம், தண்ணீர் வசதி ஆகியவை உள்ள இடத்தைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். தாவர

வளர்ச்சிக்கு சூரிய ஒளி மிகவும் அவசியமாதலால், தோட்டம் போடும் இடத்தை ஒட்டி நிழல் தரும் மரங்களோ, பெரிய கட்டிடமோ இருக்கக் கூடாது. தோட்டம் போடும் இடம், மேடு பள்ளமின்றி சரி சமமாக இருப்பதோடு, தனி மணலும், களிமண் நிலமாகவும் இன்றி, இவைகள் கலந்த வளமான மண்ணுகவும் இருக்க வேண்டும். தோட்டத்திற்கு நீர் வசதி செய்ய அருகில் கிணறு இருந்தால் நல்லது. மண் வளத்தைப்போல் தண்ணீர் வசதியும் அவசியம். தோட்டத்திற்கு அருகில் குளம், ஓடை, ஆறு இருந்தால் அதனின்றும் நீரை எடுத்துப் பயன்படுத்தலாம். பள்ளித் தோட்டத்தில் செடிகளைப் பயிரிடும் போது காய்கறிச் செடிகளையும், பூஞ்செடிகளையும், தோட்டத்தின் நடுவில் அமைத்து வேலி ஓரங்களில் படரும் கொடிகளைப் படர விடலாம். களை எடுத்தல், காய்களைப் பறித்தல் செடிகளைச் சுற்றிப் பார்த்தல் ஆகியவற்றிற்கு வசதியாக நடைப் பாதை அமைக்கலாம். பாதுகாப்பிற்காகத் தோட்டத்தைச் சுற்றி சுற்று சுவர் அல்லது வேலிகள் அமைக்கவேண்டும். வேலிகள் அமைக்கும்போது முள் கம்பிகளைக் கொண்டோ அல்லது மூங்கில் படல்களை வைத்தோ அமைக்கலாம். காட்டாமணக்கு, முள் கிளுவை, ஆடா தோடா, போன்றவைகளை வளர்த்து உயிர் வேலியும் அமைக்கலாம். பள்ளித் தோட்டம் பெரியதாக இருந்தால் வேலி ஓரங்களில் மற்ற செடிகளுக்கு நிழல் தராத வகையில், கொய்யா, எலுமிச்சை, வாழை, மாதுளை, ஒட்டுமா போன்ற மரங்களைப் பயிரிடலாம். காய்கறிச் செடிகளாக கத்தரி, வெண்டை, மிளகாய் போன்றவைகளையும் வளர்க்கலாம். தரையில் பூசணி, பரங்கி, வெள்ளரி போன்றவைகளைப் பயிரிடலாம். சிறிய பாத்திகளில் முளைக்கீரை, கொத்தமல்லி, பொதினு, வெந்தியக்கீரை போன்றவை வளர்க்கலாம். மஞ்சள், இஞ்சி, கருணை, முள்ளங்கி, மரவள்ளி போன்ற கிழங்கு வகைகளையும், பூஞ்செடிகளாக மல்லிகை, ரோஜா, கனகாம்பரம், அரளி, செவ்வந்தி, சூரிய காந்தி போன்றவைகளையும் மூலிகைகளாக துளசி, தும்பை, ஓமவல்லிப் போன்றவைகளையும் பயிரிடலாம்.

பள்ளியில் உள்ள இடவசதிக்கு ஏற்ருர்போல், மாணுக்கர்களுக்குத் தனித்தனி பாத்திகள் ஒதுக்கலாம். தனிப் பாத்திகளாக இருந்தால் சுமார் 6 அடி × 4 அடி அளவில் அமைக்கலாம். அதில் அவர்கள் விரும்பும் செடிகளை மிகவும் நன்முறையில் பயிரிடச் சொல்லலாம். குறிப்பிட்ட அளவு விதையைக் கொடுத்து அதிக மகசூலை யார் உண்டாக்குகிருர்கள் என ஊக்குவிக்கலாம். பள்ளித் தோட்டத்து நிலத்தைப் பண் படுத்துதல், எரு விடுதல், பாதுகாத்தல் போன்ற பணிகளை மாணுக்கர்களிடமே ஒப்படைக்க வேண்டும். மாணுக்கர்களுக்கென தனிப் பாத்திகள் ஒதுக்கப்படுவதோடு, காய்கறி, மற்றும் சோதனைக்கென தனி இடம் ஒதுக்கப்படலாம். ஆசிரி

யருக்கும் ஒரு பாத்தி ஒதுக்கப்படலாம். ஆசிரியரும் பணிபுரியும் போது உழைப்பின் உயர்வு மாணுக்கர்களிடம் வற்புறுத்தப்படுகிறது. மாணுக்கர்களைத் தோட்ட சம்பந்தமான நாட் குறிப்பு ஏடு வைக்கச் செய்யலாம். அதில் முதல் பக்கத்தில் தோட்டத்தின் வரைபடம், பின்னர் தோட்டம் பண்படுத்தப்பட்ட தேதி, விதை ஊன்றியத் தேதி, முளைத்தது, பூத்தது, காய்த்தது, போன்ற விபரமும் பூச்சிகள் தோன்றியது, மருந்தடித்தது போன்ற விபரமும் குறிக்கச் செய்ய லாம். இது பிற்கால உபயோகத்திற்குப் பயன்படுவதோடு மாணுக்கர் கள் கருத்தை வெளியிடவும் உற்று நோக்கலை வளர்க்கவும் பயன்படுகிறது.

பயன்கள்

தோட்டம் பள்ளிக்கு அழகையும், அமைதியும் தருகிறது. மாணுக்கர்கள் தோட்டத்தில் பணி புரியும்போது நல்ல காற்றையும் உட் கொள்ளுகிருர்கள். நலமான வாழ்விற்கும், உடல் நலத்திற் கும் தேவையான உடற்பயிற்சி தோட்டவேலை செய்வதால் உண்டா கிறது. தோட்டத்தில் வேலை செய்வதும், தோட்டத்தைச் சுற்றிப் பார்ப்பதும், வகுப்பறையில் உட்கார்ந்து பாடம் கேட்டு சலித்துப் போன மாணுக்கர்களுக்கு ஒரு மாற்றம் ஏற்படுத்துவதால் இதனை அவர்கள் பெரிதும் விரும்புவார்கள். பாட போதனைக்குத் தேவை யான பலவகைச் செடிகள், இலைகள், பூக்கள், காய்கள், வேர்களை வாடாத நிலையில் அளிக்க பள்ளித் தோட்டம் பயன்படுகிறது. மாணுக்கர்களுக்கு உற்று நோக்கும் திறன் தோட்ட வேலையினுல் நன்கு வளர்கிறது. தோட்டத்தில் காணும் பலவகைப் பூக்கள் செடிகள், பூச்சிகள், பறவைகள், இவைகளைக் கூர்ந்து கவனித்து வருகிருர்கள். பருவங்களில் ஏற்படும் மாற்றங்களையும், அதனைத் தொடர்ந்து தோட்டத்தில் ஏற்படும் மாறுதலையும் கவனிக்கிருர்கள். இப் பயிற்சியானது பிற்காலத்தில் ஒரு பொருளைப் பற்றிய உண்மை யானக் கருத்துக்களை அறிந்துக் கொள்ள உதவுகிறது. மாணுக்கர் கள் தோட்டத்தைப் பராமரிப்பதில் சேர்ந்து பணி புரிவதால் குழு மனப்பான்மையும், ஒன்ருகச் சேர்ந்து பாடுபடும் மன இயல்பும் வளர்கிறது. தோட்டக்கலை மாணுக்கர்களிடத்து அழகு உணர் ஆற்றலைத் தோற்றுவித்து வளர்க்கிறது. தோட்டத்தில் வேலை செய்து அதனுல் ஏற்படும் பயனை உணரும் போது உழைப்பின் பெருமையை (Dignity of Labour) நன்கு மாணுக்கர்கள் உணர்கிருர் கள். ஓய்வு நேரத்தை நன்முறையில் கழிப்பதற்கும், பொருளீட்டும் வகையில் காலத்தைச் செலவிடுவதற்கும் தோட்ட வேலை உதவு கிறது. தோட்டவேலை பிற்காலத்தில் ஒரு பயனுள்ள ஓய்வு வேலை யாகவும் பயன்படுகிறது. தோட்ட வேலையில் ஈடுபடும்போது மாணுக் கர்கள் இயற்கையை நன்கு அறிந்து அதில் ஆர்வத்துடன் மனம் ஒன்றுபடுவதால் மனமகிழ்ச்சி ஏற்படுகிறது. அவர்கள் தோட்ட

வேலையில் ஈடுபடும்போது பொறுப்புணர்ச்சி, கைத்திறன் வளர்ச்சி, உழைப்பின் பெருமையை உணர்தல், ஒத்துழைப்பு மனப்பான்மை போன்ற நற்பண்புகள் வளர்கின்றன. பள்ளித் தோட்டம் அமைப்பதில் ஆசிரியர் மாணுக்கர் சேர்ந்து பணிபுரிவதால் ஒருவரை ஒருவர் அறிந்துக் கொள்வதற்கு வாய்ப்பு ஏற்படுகிறது. நன்கு பராமரிக்கப் படும் தோட்டம் பொது மக்களையும் கவரும். எனவே இது பள்ளி சமூக உறவையும், ஆசிரியர் பெற்ருேர் உறவையும் வளர்க்க உதவும்.

நூலகம்

(Library)

ஒவ்வொரு பள்ளியிலும் அறிவியல் நூலகமானது மிகவும் அவசியமான ஒன்ருகும். பள்ளியில் பொது நூலகத்தோடு, பாட வாரி நூல் நிலையம் அந்தந்த பாட ஆசிரியரின் பொறுப்பில் இருப்பது மிகுந்த பயன் விளைவிப்பதாகும். இடைநிலைக் கல்விக்கான குழுவும் இதனையே பரிந்துரைச் செய்துள்ளது. எனவே உயிரியல் ஆசிரியரின் பொறுப்பில் உயிரியல் நூலகம் அமைக்கப்படல் வேண்டும். இதனுல் ஆசிரியரும் தனது பாட அறிவை விருத்திச் செய்துக் கொள்வதற்கு மிகுந்த பயன் உடையதாகவும், மாணுக்கர்களுக்கும் குறிப்பிட்ட புத்தகத்தையோ, பாடத்தையோ, எளிதில் உடனடியாக அடைவதற்கும் இயலும். அறிவியல் கற்பித்தலில் நூலகம் பெரிதும் துணைப் புரியும். நூலகத்தில் எல்லா பாடங்களுக்கும் தொடர்புள்ள அறிவியல் புத்தகங்கள் இடம்பெறல் வேண்டும். ஆசிரியர் உபயோகத்திற்குத் தேவையான அறிவியல் புத்தகங்களும் நூல் நிலையத்தில் இடம் பெறல் வேண்டும். புதிய கருத்துக்களைத் தெரிவிக்கும் புத்தகங்களும், பத்திரிக்கைகளும் அவ்வப்போது நூல் நிலையத்தில் சேர்க்கப்படல் வேண்டும். பாட நூலாக இராத பிற அறிவியல் நூல்களை மாணுக்கர்கள் பயிலும்போது அவர்களது பொது அறிவு விருத்தி அடைகிறது. பாட வேளையில் ஆசிரியரால் கற்பிக்க இயலாத பல செய்திகளை மாணுக்கர்கள் நூல் வாயிலாக அறிந்துக் கொள்ளுகிருர்கள். அறிவியல் நூலகமானது அறிவியல் ஆசிரியரின் பொறுப்பில் இருப்பதால் மாணுக்கர்கள் பாட நூல்களைத் தவிர, பிற அறிவியல் நூல்களைப் படிப்பதில், எந்த அளவிற்கு ஆர்வம் கொண்டுள்ளனர் என்பதனை அறிய வாய்ப்பு உள்ளது. மேலும் புத்தகங்களை எளிதில் மேற்கோளுக்குப் பயன்படுத்தவும் நூல்களைப் பெறவும் எளிதாக இருக்கும். ஆசிரியர் பாட நூல்களைத் தவிர பாடத் தொடர்புடைய பல நூல்களை மாணுக்கர்கள் அதிக அளவில் படிக்கும் விருப்பத்தை ஏற்படுத்த வேண்டும். மேற்கோள் புத்தகங்களைப் பயன்படுத்தவும் தூண்டவேண்டும். தங்களுக்கு வேண்டிய அறிவை தாங்களேத் தேடிக்கொள்ளப் பயிற்சியும் மாணுக்கர்

களுக்கு அளிக்க வேண்டும். நூலகத்தைப் பயன்படுத்தும் விருப்பம் ஏற்பட பல விறுவிறுப்பான செயல்களை ஆசிரியர் கையாள வேண்டும். அவர்கள் படித்த நூல்களைப் பற்றிச் சுருக்கமாக மதிப்பாய் உரை (Review) எழுதச் செய்யலாம். மாணுக்கர்களால் எழுதப் பட்ட சிறந்த ஆய்வுரைகளைப் பள்ளி மலரில் வெளியிட்டு ஊக்குவிக்கலாம். மாணுக்கர்களைக் கொண்ட ஒரு சிறு குழு அமைத்து நூலகப் பணியில் ஆசிரியருக்கு உதவுமாறுச் செய்யலாம். ஒவ்வொரு நூலிலும் கூறப்பட்டுள்ள முக்கியப் பொருள்கள் பற்றிய சுருக்கம் கொண்ட அட்டவணைத் தயாரித்து ஆசிரியர் வைக்க வேண்டும். இந்த பாட அட்டவணை மாணுக்கர்கள் புத்தகங்களைப் படிப்பதற்குப் பெரிதும் துணைப்புரியும்.

நூலகமானது அறிவியல் கற்பித்தலில் ஒரு அபூர்வமான துணைக் கருவியாகும். கூடுதலாகப் பல நூல்களை மாணுக்கர்கள் படிப்பதால் அறிவியல் சம்பந்தமான அறிவு பெருகுகிறது. இதனை ஆசிரியர் தனது வகுப்பறைப் போதனையின் குறிப்பிட்ட நேரத்தில கூற முடியாது. நூலகத்தில் ஏனைய நூலோடு அறிவியல் கண்டுபிடிப்புகள், புகழ்பெற்ற விஞ்ஞானிகளின் அறிவியல் வெற்றிகள், அறிவியல் பொழுதுபோக்குகளான நிழற்படமெடுத்தல், வானொலிப் பற்றிய நூல்களும் இடம்பெறல் வேண்டும். உயிரியல் கற்பித்தலுக்கு நூலகமானது பல வகைகளில் உதவுகிறது. பாடநூலில் விளக்கப்படாத கருத்துக்களை தொடர்புடைய வேறு நூல்களில் கண்டு அறியவும், சில முன்னேற்றமான கருத்துக்களைக் கூறும்போது ஏற்படும் பிரச்சனைகளையும், சிரமங்களையும் குறிப்பிட்ட பாட நூலானது நீக்க முயலாதபோதும் நூலக நூற்கள் பயன்படுகின்றன. பாட திட்டத்திற்கு அதிகமாக, தொடர்ந்து, முற்போக்கான, முன்னேறிய நிலையில், படிக்க விரும்பம் மாணுக்கர்களுக்கும் நூலகம் உதவுகிறது. உயிரியலானது, பாடத் திட்டத்திற்கு வெளியிலும், பல கருத்துக்களைப் பற்றி அதிகமாகவும், ஆழமாகவும், அறிய விரும்பும் ஒரு பாடமாகும். அவை பொருள்களை சேகரித்தல், நீர்வாழ் பிராணி நிலையம் அமைத்தல், போன்ற செயல்களையும் செய்யத் தூண்டும். அவ்வாறு செய்யும் போது அவைகளை அமைக்கும் முறைகளை அறியவும், சேகரித்தப் பொருள்களைப் பற்றி இனம் கண்டுபிடிக்கவும் மேற்கோள்களை நூல் நிலையத்திலிருந்து பெற உதவுகிறது. உயிரியலோடு கற்றலில் மற்றப் பாடங்களுக்கு உள்ள தொடர்பினைக் காட்டவும், கண்டு கொள்ளவும், நூலகத்திலுள்ள நூல்கள் உதவுகின்றன. நூலகம் இருப்பதால் உயிரியலைப் பற்றி ஆழமாக அறிந்துக் கொள்ளவும், பாடத்தில் மிகுந்த விருப்பமும் ஏற்படச் செய்கிறது. நூல் நிலையமானது படிக்கும் பழக்கத்தை ஊக்குவிக்கிறது. தனி மனிதனின் அறிவு வளர்ந்து அதனுல் சமுகத்திற்கும் பயன் ஏற்படுத்துகிறது.

அமைப்பு முறை

அறிவியல் நூலகமானது அறிவியல் ஆசிரியர் ஒருவரின் பொறுப்பில் இருக்கவேண்டும். பாட போதனையின்போது ஆசிரியர் மேற்கோளாக சில புத்தகங்களையும் குறிப்பிடலாம். எனவே நூலகத்திலுள்ள எல்லா நூல்களைப் பற்றியும் அவைக் குறிப்பிடுபவைப் பற்றியும் ஆசிரியர் நன்கு அறிந்திருத்தல் அவசியம். சில வேளைகளில் மாணக்கர்கள் கேட்கும் வினுக்களுக்கு நூலகத்திலுள்ள குறிப்பிட்ட புத்தகத்தை மேற்கோளாகக் காட்டலாம். நூலகத்திலுள்ள புத்தகங்களிலிருந்து எவ்வாறு தகவல்களைப் பெறுவது என்பதையும் ஆசிரியர் செய்துகாட்டலாம். சிறந்த நூல் நிலையம் அமைய ஆசிரியர் இட வசதி, பொருளாதார வசதியையும் கருத்தில் கொண்டு ஏற்பாடு செய்யவேண்டும். பொது நூலகத்திற்கு ஒதுக்கும் நிதியிலோ, அறிவியலுக்கு ஒதுக்கும் நிதியிலோ உயிரியலுக்கு ஒரு பகுதியை முன் அனுமதியின் பேரில் பயன்படுத்தலாம். நூலகத்தை அமைக்க தனி அறை இருந்தால் நல்லது. அவ்வாறு இயலாவிடில் ஆய்வகத்திலே ஒரு பகுதியில் அலமாரியில் அடுக்கி வைக்கலாம். உயிரியல் நூலகத்தை கீழ்க்கண்டவாறு பல பகுதிகளாகப் பிரிக்கலாம்.

1. பாட நூல்கள் : வெவ்வேறு ஆசிரியர்களால் எழுதப்பட்ட பல வகையான பாடநூல்கள் இதில் இடம் பெறும். முதன்மையான திறன்மிகு, மாணக்கர்களின் நன்மைக்கென தரம் உயர்ந்த பாட நூல்களும் இடம் பெறும். பாடப்பொருள்வாரியாகவும், பிராணி நூல்கள், தாவர நூல்கள் என வகுப்பு வாரியாகவும் அடுக்கலாம்.

2. துணை நூல்களும், கிளர்ச்சியூட்டும் நூல்களும் (Supplementary and Inspirational book) : எடுத்துக்காட்டு ஆழ்கடல் உயிரினங்கள், விந்தையான விலங்குகள், சுயசரிதங்கள் போன்றவை. வாழ்க்கை வரலாறு, சுயவரலாறு இவைகளை மாணக்கர்கள் படிக்கும்போது விஞ்ஞானிகள் எவ்வளவு சிரமப்பட்டு கடினமான சூழ்நிலைகளில் உண்மைகளைக் கண்டுபிடித்தார்கள் என்பதை மாணக்கர்கள் உணர்வார்கள்.

3. கற்றலுக்கு பின்னணியை உருவாக்கும் நூல்கள் (Back ground books) : உதாரணம் பென்சிலின் கதை, கலப்பினங்கள் (Hybrids), உட்கரு அமிலங்கள் (Neucleic acid) போன்றன.

4. மேற்கோள் நூல்கள் : 1, மீன்கள், 2. தென் இந்தியப் பறவைகள், 3. உயிரியல் கலைக்களஞ்சியம் முதலியன.

5. பரிசோதனைக்கான நூல்கள் : இதில் எளிய துணைக்கருவிகளைக் கொண்டுச் செய்யும் அறிவியல் சோதனைகளை விளக்கும்

நூல்களும், பலவித பரிசோதனைகளை வீட்டில் செய்து பார்க்க உதவும் நூல்களும், பரிசோதனை செய்யும் முறைகள், பயன்படும் துணைக் கருவிகள் பற்றிய நூல்களும் அடங்கும்.

6. ஆசிரியர்களுக்கான நூல்கள்: கற்பிக்கும் முறைகளைப் பற்றி கூறும் நூல்கள் : 1. அறிவியல் பயிற்றும் முறைகள், 2. உயிரியல் களைக் கற்பித்தல் போன்றவை.

7. உயிரியலைப் பற்றிய பொதுவான நூல்கள் : செல்லியல், மரபியல், சூழ்நிலையியல், கருவியல், உடற்கூறு செல்லியல், ஆகிய வைப் பற்றிய நூல்களுடன், உயிரியல்களின் தோற்றம், வரலாற்றுக்கு முந்திய உயிரினம் பற்றிய நூல்களுமாகும்.

8. அறிவியல் வெளியீடுகள் : உதாரணம் ஆங்கிலத்தில் Nature, School Science, Science to-day, Discovery, Popular Science Scientific American போன்ற வெளியீடுகளும், தமிழில் கலைக்கதிர், இளம் விஞ்ஞானி போன்றவையுமாகும்.

நூலகத்தில் சிறந்த அறிவியல் வெளியீடுகள், மாத வெளியீடுகள் ஆகியவை இடம்பெறல் வேண்டும். நூல் நிலையத்தில் பாடத் தொடர்புடைய நல்லக் கட்டுரைகளைக் கொண்ட வெளியீடுகள், மேஜை மீது வைத்திருந்தால் ஓய்வு நேரத்தில் மாணுக்கர்கள் அவைகளைப் படித்து பயன் அடைய முடியும். அறிவியல் சம்பந்தப் பட்ட கட்டுரைகளைக் கொண்ட நூல்கள் எல்லா மொழிகளிலும் உள்ளன. இவ் வெளியீடுகளைப் படிப்பதன் மூலம் பெறும் அறிவைக் கொண்டு, ஆர்வமுள்ள மாணுக்கர்கள், கிடைக்கும் பொருளைப் பயன்படுத்தி பல பரிசோதனைகளைச் செய்து பார்க்க முடியும். இவற்ருல் மாணுக்கர்களின் அறிவு விரும்பத்தக்க முறையில் வளரும்.

நூல்களின் இருப்பிடம்

விரிவான நூல் நிலையம், பள்ளிகளில் முடிந்தால் விரும்ப தக்கது எனினும் மிக அவசியம் அல்ல. சில அடுக்குகளைக் கொண்ட அலமாரியே போதுமானது. இதனை வகுப்பறையிலோ அல்லது ஆய்வகத்திலோ வைக்கலாம். நிறைய புத்தகங்களைச் சேகரிக்க வாய்ப்பு உள்ளபோது தான் அதனை உயிரியல் துறையில் வைப்பதா? அல்லது பள்ளி நூலகத்தில் வைப்பதா? என்ற பிரச்சனையானது எழுகிறது. ஒவ்வொன்றிலும் சிறப்பான பயன்கள் உள்ளன. அடிக்கடி ஏதாவது பாடப் பொருள்கள் பற்றி மேற்கோள்கள் பார்க்க வேண்டும்போதும் பரிசோதனைகள் செய்யும் முறைகள் பற்றியும், பொருள்களைப் பற்றி அடையாளம் கண்டுபிடிக்கவும், ஆய்வகத்தில் பணியில்

ஈடுபட்டிருக்கும்போது உடனடியாக நூல்கள் தேவைப்படும். விரைவாகப் பார்த்துக் கொள்வதற்கு ஒரு தனி உயிரியல் நூல் நிலேயம் ஆய்வகத்தில் இருப்பது அவசியமாகும். ஆயினும் டார்வினது பரிணுமக் கொள்கைப் பற்றிய நூல்கள் போன்றவை ஏனைய இதர மாணுக்கர்களுக்கும், பொதுக்கல்வி அம்சமும், அறிந்துக்கொள்ள ஆவலைத் தூண்டும் கருத்துக்களும் நிறைந்தவைகளாகும். உயிரியல் மாணுக்கர்களுக்குப் பயன்படுவதோடு வேறு மாணுக்கர்களுக்கும் பெரும் பயன் அளிக்கும் வகையில் அமைந்த நூல்களும் பல உண்டு. பொது நூல் நிலேயமானது நன்முறையில் நிர்வாகம் செய்யவும், புத்தகங்கள் பழுதுபடாமல் காக்கும் வாய்ப்புகளும் நிறைந்தவைகளாகும். எனவே நூல் நிலேயம் அமைக்கும்போது அங்குள்ள சூழ்நிலேயைக் கருத்தில் கொண்டு பொது நூலகமாகவோ அல்லது துறையில் வைக்கும் நூலகமாகவோ அமைக்கலாம். இம் முடிவெடுக்கும்போது மாணுக்கர்களின் தேவையை முக்கியமாக கருத்தில் கொள்ள வேண்டும். சில பள்ளிகளில் ஒவ்வொரு புத்தகத்திற்கும் இரு பிரதிகள் வாங்கும் வாய்ப்புகள் இருந்தால் ஒன்றை பொது நூலகத்திற்கும், மற்றென்றை வகுப்பு நூலகத்திற்கும் வைத்துக் கொள்ளலாம். இரு பிரதிகள் வாங்க பொருளாதார வாய்ப்பு இல்லேயெனின் பொது நூலகத்தில் வாங்கி உயிரியல் துறைக்கு நிரந்தரக் கடனுகப் பெற்றுக் கொள்ளலாம். ஆனுல் மேற்கோள் புத்தகங்களேக் கடனுக தருவதைமட்டும் தவிர்ப்பதால் பொது நூலகத்தின் பயனேப் பாதுகாக்கலாம். உயிரியல் கலேக்களஞ்சியம் போன்ற மேற்கோள் நூல்களே மாணுக்கர்கள் வீட்டிற்கு எடுத்துச் செல்ல அனுமதிக்கக் கூடாது. எனவே அவர்கள் நூலகத்திலேயே இருந்து இவைப் போன்ற நூல்களிலிருந்து குறிப்பெடுத்துக் கொள்ள போதிய வசதிகள் செய்யப்படல் வேண்டும். மாணுக்கர்கள் ஓய்வு நேரத்தைப் பயன்படுத்துவதற்கான சில ஈடுபாட்டுக் கலேகளான (Hobbies) சோப்பு செய்தல், தேனீ வளர்த்தல், காகிதம் செய்தல், ஒளிப்படக்கலே போன்றவற்றை விளக்கும் சில நூல்களும் இடம் பெறலாம்.

வகுப்பறை நூலகம் அமைக்கும்போது, நல்ல அளவானதும், கவர்ச்சிகரமான புத்தக அலமாரிகளில் புத்தகங்கள் வைக்கப்படல் வேண்டும். திறந்த நிலேயில் இருப்பது வாசகர்களேக் கவரும். ஆனுல் மூடிய அலமாரிகள் புத்தகங்களுக்கு பாதுகாப்பளிக்கும். சாய்வான நிலேயில் புத்தக அலமாரியில் உள்ள தட்டுகள் துண்டு வெளியீடுகளேயும் (Pamphlets), பருவ வெளியீடுகளேயும் காட்சியாக வைப்பதற்கு ஏற்றதாகும். நூலகத்தோடு ஒரு சிறிய தகவல் பலகையில் சிறிய துண்டு வெளியீடுகள், சுற்றறிக்கைகள், புதியதாக வந்த புத்தகங்களின் மேலுரைகளேயும் பார்வைக்கு வைக்கலாம். வகுப்பறை நூலகத்தில் ஒரு மேஜையும் ஆறு அல்லது ஏழு நாற்காலிகளும் அமைக்கலாம். இது நூலகக் குழு, கூட்டம் நடத்தவும் பயன்படும்.

நூல்களைத் தேர்ந்தெடுத்தலும் சேகரித்தலும்

அறிவியல் புதிய கண்டுபிடிப்புகளும், புதிய கருத்துக்களும் அதிக அளவில் மிக வேகமாக பெருகிவருவதால் அறிவியல் ஆசிரியர் அண்மைகால பாடக் கருத்துக்களையும், முறைகளையும் நன்கு அறிந்திருக்க வேண்டும். நூலகத்தில் புதிய அறிவியல் கண்டு பிடிப்புகள், விளக்கங்களைக் கொண்ட புதிய நூல்கள் உடனுக்குடன் இடம் பெறல் வேண்டும். இதுவே மாணாக்கர்களை வெகுவாகக் கவரும் நூல்களைத் தேர்ந்தெடுக்கையில் எல்லா நிலையிலும் உள்ள பல புத்தகங்களைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். இதுவே பலவகை யான மாணாக்கர்களுக்கும் பயன்படும். சராசரி மாணாக்கர்கள் ஆவ லோடு தனது நிலைக்கு குறைவான நூலை நாடுவார்கள். மிகுதிறன் கொண்ட மாணாக்கர்கள், அதிகமான, முன்னேறிய, தகவல்களைக் கொடுக்கும் புத்தகத்தை விரும்புவார்கள். மற்றும் பொழுதுபோக்கு நூல்களும், தொழில் முறைகளைக் கற்பிக்கும் அறிவியல் நூல்களும் இடம் பெறலாம்.

சிறந்த அறிவியல் நூல்களைத் தேர்ந்தெடுத்து நூலகத்திற்கு வாங்குவது அறிவியல் ஆசிரியரின் பொறுப்பாகும். உள்ளூர் புத்தக கடைக்கு நேரில் சென்று புத்தகங்களைத் தேர்ந்தெடுக்கலாம். வெளி யூரில் உள்ள சிறந்த புத்தக வெளியீட்டு நிறுவனங்களிலிருந்து, புத்தகப் பட்டியலைப் பெற்று சிறந்தப் புத்தகங்களைத் தேர்ந்தெடுத்து வாங்கலாம்.

நூலக நூலைத் தேர்ந்தெடுக்க ஒரு குழுவை அமைத்து அதில் அறிவியல் ஆசிரியர்களும், மாணாக்கர்களில் ஓரிருவர் அங்கம் வகிக் கச் செய்யலாம். இதில் அறிவியல் ஆசிரியரின் அறிவும், அனுபவ மும் மிகவும் முக்கியமானதாகும். ஆசிரியர் புத்தக கண்காட்சி களுக்கோ, புத்தக கடைகளுக்கோ அல்லது வேறு பள்ளி நூல் நிலை யங்களுக்கோ செல்லும்போது, சிறந்த புத்தகங்களைத் தேர்ந்தெடுத்து அவைகளைத் தங்கள் பள்ளி அறிவியல் நூலகத்திற்கு வாங்க வேண்டும். மற்ற அறிவியல் ஆசிரியர்களைச் சந்திக்கும்போதும் சிறந்த நூல்கள் வாங்குவது குறித்து கருத்து பரிமாற்றம் செய்ய வேண்டும்.

போதுமான அளவு நூல் நிலைய உதவித் தொகை கிடைக்காத போது பொருட்காட்சிகள் ஏற்பாடு செய்தோ, நலன் விழைவோர் அளிக்கும் நன்கொடை தொகைக் கொண்டும் நூல்களை வாங்கலாம். பள்ளியைவிட்டு வெளியேறும் மாணாக்கர்களைத் தனியாகவோ, கூட் டாகவோ, சில நூல்களை வாங்கி வழங்குமாறும் ஏற்பாடு செய்யலாம். உயிரியல் சம்பந்தமான நல்ல நூல்கள் வைத்திருப்போரை நூலகத் திற்கு அளிக்கக் கோரியும் பெறலாம். ஆசிரியர் நூல்களைத் தேர்ந்

தெடுக்கும்போது பல வெளியீட்டு அமைப்பு நூல் பட்டியல்களோடு தினசரி, வார, மாத இதழ்களில் வரும் நூல் மதிப்புரைகளையும் சேகரித்து, நூலைச் சேகரித்தலைவிட தேர்ந்தெடுத்தல் சிறந்தது என்ற கொள்கையில், தேவையானவற்றை கவனமாக, எல்லா வகை நூல்களும் கலந்துள்ள வண்ணம் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். பலதரப்பட்ட சூழ்நிலைக்கும் ஈடு செய்யும் வண்ணம் உயிரியல் நூல்களைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும் அவைகள் :

1. நுண் பெருக்காடியைப் பற்றியும், பொருள்களைச் சேகரித்து பாதுகாக்கும் முறைகள், பறவைகளைப் பதப்படுத்தும் முறைகள் போன்ற தொழில் நுட்ப புத்தகங்கள்.

2. பிராணிகளையும், தாவரங்களையும் இனம் கண்டுபிடிக்கும் நூல்கள்.

3. நீர்வாழ் பிராணி வளர்க்கும் தொட்டி, நிலவாழ் பிராணிகளை வளர்க்கும் கூண்டு அமைத்தல் பற்றிய விபரம் கூறும் நூல்கள்.

4. சூழ்நிலையியல், ஒட்டுண்ணிகள், ஆகியவற்றின் சிறப்பான பிரச்சனைகளைப் பற்றிய நூல்கள்.

5. முதுகெலும்பில்லா பிராணிகள், முதுகெலும்புள்ள பிராணிகள், மற்றும் தாவரங்களில் பூக்கும் தாவரங்கள் போன்ற வகுப்பு வாரியாகப் பிரித்து எழுதப்பட்ட நூல்கள்.

6. உயிரியல் சம்பந்தமாக செய்யப்பட்ட பயணங்கள், புரிந்த துணிவான செயல்களைப்பற்றிய நூல்கள் மற்றும் உயிரியல் அறிஞர்களின் வாழ்க்கை வரலாறு போன்றவைகளாகும். குறிப்பிட்டப் பகுதிப்பற்றிய உயிரியல் நூல்களும் இயற்கை வரலாறு பற்றிய வெளியீடுகளும், உயிரியல் கலைக்களஞ்சியம், பாட நூல்களும் உயிரியல் நூலகத்திற்கு தேவையான நூல்களாகும். இவைகளோடு தரமான குறைந்த விலையிலும், மலிவுப் பதிப்பிலும், வெளியிடும் புத்தகங்களையும் வாங்கி நூல் நிலையத்தைப் பெருக்கவேண்டும்.

நூலகத்தைப் பயன்படுத்துதல்

உயிரியல் நூலகத்தை மேற்கோள் பார்ப்பதற்கு பயன்படுத்துவதா? அல்லது மாணக்கர்கள் எடுத்துச் சென்று படித்துவர பயன்படுத்துவதா? என தீர்மானிக்கவேண்டும். வகுப்பறையிலேயேப் படிப்பதற்கு பயன்படுத்தும்போது நூல் காணுமல்போவது, கிழிந்து போவது குறைந்து, நிர்வாகம், மேற்பார்வைச் செய்வது தேவைப்படுகிறது. மாணக்கர்களுக்கு கடனுகக் கொடுக்கும் போது, காணுமல் போவது, கெடுவது, மற்றும் சில வேலைகள் இருந்த போதிலும் இது மாணக்கர்களுக்குப் பெரிதும் பயன் அளிப்பதாகும். பள்ளி

நேரத்தில் மாணுக்கர்கள் நூல் நிலையத்தில் புத்தகத்தைப் பயன் படுத்த நேரம் கிடைப்பது அரிது. எனவே புத்தகத்தைக் கடனுக வெளியில் எடுத்துச் செல்லும்போது அதை படிக்க முடிகிறது. ஆய்வகத்தில் சில சமயங்களில் புதிய பிராணிகளை அரிந்து பரிசோதனை செய்யும்போது அவைகளைப் பற்றி கண்டுபிடிக்கும் போதும் நீண்டநேரம் பயன்படுத்தும் வகையில் நூல்கள் தேவைப் படலாம். எனவே உயிரியல் கலைக்களஞ்சியம் போன்ற அவசியமான நூல்களை மேற்கோள் புத்தகங்களாக வைத்து மற்றவை மட்டும் குறுகியகால கடன்களாக மாணுக்கர்களுக்கு நூல்களை வழங்கலாம்.

எளிதில் கிடைக்கக் கூடிய தன்மை

நூல் நிலைய புத்தகங்கள் மாணுக்கர்களுக்கு தேவைப்படும்போது உடனடியாக கிடைப்பதை முக்கிய நோக்கமாகக் கொண்டிருக்க வேண்டும். உயிரியல் நூலகமானது உயிரியல் ஆய்வகத்தில் இருந்தால் தேவைப்படும்போது விரைவில் பயன்படுத்தலாம். மாணுக்கர்களுக்கு புத்தகத்தைக் கடனுக வழங்கும் பகுதி அடிக்கடி திறந்திருக்க வேண்டும். பள்ளித் துவங்குவதற்கு, முன்னரும், பின்பும் இடைவெளி நேரங்களும் மற்றும் எல்லா கிடைக்கக் கூடிய நேரத்தையும் இதற்குப் பயன்படுத்தலாம்.

மேற்பார்வை

ஆசிரியர்களில் ஒருவரது பொறுப்பில் நூலகம் இருப்பது அவசியமும், விரும்பத் தக்கது ஆயினும், மாணுக்கர்களின் ஒத்துழைப்பும், பங்கேற்பதும் சில காரணங்களால் அவசியமாகும். இது ஆசிரியரின் நேரத்தையும், உழைப்பையும் குறைக்கிறது. இது பள்ளி நோக்கங்களில் ஒன்ருன சமூக வளர்ச்சி ஏற்படுத்துதல் என்ற பொறுப்பை பூர்த்தி செய்யவும் உதவுகிறது. ஏனைய திறமைகளை வளர்ப்பது போல் பொறுப்பை ஏற்பது என்பதும் மாணுக்கர்கள் கற்றுக் கொள்ள வேண்டிய திறமைகளில் ஒன்ருகும். உயிரியல் பாடத்தில் தரம் குறைந்துள்ள மாணுக்கர்கள், நூல் நிலைய உதவியாளராக பணிபுரியும்போது உயிரினங்களை வகைப்படுத்தப்படும் முறைகள், குறிப்பிட்ட கலைச்சொற்கள் போன்றவை அவர்களது பாட அறிவு வளர்ச்சிக்குப் பயன்படும். மதிப்பான பொறுப்புகளை அளிக்கும் போது மாணுக்கர்கள் நன்கு தூண்டப்பட்டு இன்னும் சிறந்து பணி புரிய வேண்டும் என்ற எண்ணம் மேலிடுகிறது. ஆனுல், இது போன்ற மதிப்பு வாய்ந்த பணிகளை மாணுக்கர்களைத் தண்டிப்பதற்குப் பயன்படுத்தக் கூடாது.

நூலக நூல்களைப் பாதுகாத்தல்

நூல்கள் காணுமல் போகாமலும், கிழியாமலும், பூச்சிகள் மற்றும் தட்பவெப்ப சூழ்நிலையால் பாதிக்கப்படாமலும் காத்தல் மிகவும்

அவசியமாகும். கடன் கொடுக்கும்போது உடனுக்குடன் பதிவு செய்தும், அடிக்கடி சோதித்துப் பார்த்தும், திறமையான முறையில் பாட வாரியாகப் பிரித்து அடிக்கடி வைப்பது மூலம் புத்தகங்கள் குறைவதை அல்லது காணுமல் போவதை தவிர்க்கலாம். புத்தகங்கள் கிழியாமலும், சேதம் ஏற்படுவதையும் கீழ்க்கண்டவாறு தவிர்க்கலாம். நூலக் கடனுகப் பெற்றுச் செல்வோரை, கவனமாகவும், பொறுப்பாகவும் உபயோகிக்க வேண்டும் என கேட்டுக் கொண்டும், அதை வற்புறுத்தியும் செய்யலாம். மழையில் நனையாமலும், புத்தகத்தின் தோற்றத்தையும், அழகையும் கெடாமல் பார்த்துக் கொள்ளுமாறும் வற்புறுத்தப்படல் வேண்டும். அதிகமாகப் பயன்படுத்தப்படும் அதிகத் தாள்களைக் கொண்ட நூலுக்கு நல்ல தடிப்பான மேலுறைகள் அமைக்கப்படலாம். புத்தகங்கள் பழுதடைந்த நிலையில் காணப்படும்போது, உடனடியாகப் பழுதுபார்க்கப்படல் வேண்டும். விடுபட்ட ஏடுகளை, அதன் உரிய இடத்தில் வைத்து நூலை செப்பனிட வேண்டும். தட்பவெப்ப நிலைகளாலும், பூச்சி, காளான்களாலும் புத்தகத்திற்கு அழிவு ஏற்படாமல் காக்க வேண்டியது மிகவும் அவசியமாகும். தட்பவெப்ப நிலைகளால் பாதிக்கப்படாமல் இருக்க போதுமான காற்றோட்ட வசதியும், காற்றுகள் தேங்கி அடைப்பட்டு இருக்காமலும் பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும். ஈரப் பசையுள்ள காற்றும், தேங்கிய காற்றும் நூலின் கட்டமைப்பையும், ஒட்டிய பசையையும், கெடுத்து காளான்கள் வளரவும் வாய்ப்பு ஏற்படும். திறந்த அலமாரியாக இருந்தால் கம்பிவலைக் கதவு போடலாம். மரக்கதவு கொண்ட அலமாரியாக இருந்தால் அடிக்கடி திறந்து மூட வேண்டும். நூல்களை நீண்டநாள் தேக்கி வைக்காமலும், சூரிய ஒளி நேராகப் படாமலும் பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும். அவை, எழுத்துக்கள் வெளுப்பதையும், உருவத்தை ஒரு புறமாக சாய்வித்தலையும் ஏற்படுத்தும். அந்துருண்டை, கற்பூரத்தை வைத்தும், புத்தகங்களை அடிக்கடி எடுத்து மாற்றி சுத்தம் செய்து வைத்தும், ஸ்பிரிட்டில் பாதரச குளோரைடையும், பினைலையும் கலந்து தெளித்தும் பூச்சிகளிலிருந்து காக்கலாம். புத்தகத்தின் இடையிலும் அடியிலும் பூச்சிகள் இருந்தால் ஒரு காற்று புகாத பெட்டியில் புத்தகத்தை வைத்து அதனுடன் ஒரு திறந்த ஜாடியில் பாரா-டை-குளோரோ பென்சினை 24 முதல் 48 மணி நேரத்திற்கு வைக்க வேண்டும். கரையான்கள் ஏருமல் தடுக்க சிறிய தட்டுகளில் தண்ணீர் வைத்து மேலே மண்ணெண்ணெய் அல்லது மெழுகு ஊற்றி அதில் புத்தக அலமாரியின் கால்களை வைக்கலாம். ஒவ்வொரு அலமாரியிலும் போராக்ஸ் (Borax) அல்லது டி. டி. டி. (D. D. T.) தூளாவது தூவவேண்டும்.

பொருட்காட்சிகள்

(Exhibitions)

பள்ளிகளில் வருடக் கடைசியில் ஆண்டிற்கு ஒரு முறையாவது பொருட்காட்சிகள் அமைப்பது அவசியமாகும். பள்ளியில் செயல்படும் பலவகைப்பட்ட செயல்களையும், காட்சிப் பொருள்களையும், கவர்ச்சியான பரிசோதனைகளையும், அறிவியல் கொள்கைகளை வாழ்க்கைக்கு எவ்வாறு பயன்படுத்தலாம் என்பது பற்றிய விளக்கங்களையும் பள்ளியைச் சுற்றியுள்ள பொது மக்களுக்கும், பெற்றோர்களுக்கும் விளக்கும் வகையில் பொருட்காட்சிகள் அமைக்கப்படல் வேண்டும். இப்பொருட்காட்சி அமைப்பதில் அறிவியலைச் சார்ந்த உயிரியல் துறை பெரும் பங்கேற்க வாய்ப்பு உண்டு. உபகரணங்களைக் காட்சிப் பொருளாக வைப்பது, பரிசோதனைகளைச் செய்து விளக்குவது, பள்ளியில் உள்ள அருங்காட்சியக உயிரியல் பொருள்களையும், நீர் வாழ் உயிரின பொருட்காட்சித் தொட்டியும், நிலவாழ் பொருள் காட்சியகம், போன்றவைகளைப் பொருட்காட்சியில் வைக்கப்படல் வேண்டும். பல்வேறு பாடப் பகுதியின் கருத்துக்களைக் கவர்ச்சிகரமாகவும், எளிதில் விளங்கும்படியாகவும் உள்ள தகுந்தக் கருத்துப் படங்களும், மாதிரிப் படங்களும், மாதிரிப் பொருள்களும் அறிவியல் உண்மைகளை விளக்கும் எளிய சோதனைகளைச் செய்து காட்டலும் பொருட்காட்சியில் இடம் பெறலாம். அறிவியல் பாடமானது பெரும்பாலும் செயல்களையும், செய்முறைகளையும் கொண்டிருப்பதால் ஏனைய பாட சம்பந்தமான பொருள்களைவிட பொதுமக்களை இது வெகுவாகக் கவரும். பொருட்காட்சியை அமைக்கும்போது அதில் பங்கு பெறும் மாணுக்கர்களுக்குச் சோதனைகள் செய்யப்படுவதன் நோக்கங்களை நன்கு அறிகிற வாய்ப்பு ஏற்படுகிறது. பயன்படுத்தும் முறைகளிலும் திறமையானது அவர்களை அறியாமலேயே வளர்கிறது. இக்கொள்கையை நன்குணர்ந்த சிறந்த உயிரியல் ஆசிரியர் பொருட்காட்சி அமைப்பது போன்ற வாய்ப்பினை நன்கு பயன்படுத்திக் கொள்ளவேண்டும். பொருட்காட்சி அமைக்கும் போது என்னென்ன பரிசோதனைகளைச் செய்வது, எவற்றைக் காட்சியாக வைப்பது என்பதற்கு அளவே கிடையாது. இது ஆசிரியரின் திறமையையும், மாணுக்கர்களின் ஆர்வமும், பொதுமக்களும் பெற்றோர்களும் புதுமைகளைக் கண்டு வியப்புறும் வண்ணமும், அறிவியல் கருத்துக்கள், கண்டுபிடிப்புகள் எவ்வாறு மக்களுக்கு பயன்படுகின்றன என்பதனையும் அறியவைப்பதற்கு ஒரு வாய்ப்பாகும். எனவே ஆசிரியர் இவ் வாய்ப்பினைக் கவர்ச்சியை ஏற்படுத்துவதற்கு மட்டுமின்றி அறிவியல் கருத்துக்களை நன்கு எளிய முறையில் போதிக்கவும் பயன்படுத்த வேண்டும். ஒரே சோதனையை பல வழிகளில் செய்து வைக்கலாம். பரிசோதனைகளைச் செய்துவைக்கும்போது கருத்தைக்

கவரும் வகையில் தலைப்புகளையும், வார்த்தைகளையும் விளக்க அட்டைகளில் எழுதி வைக்கவேண்டும். பொருட்காட்சி அமைப்பதற்கு உதவும் பல விதமான பரிசோதனைகளைச் செய்து காட்டுவதற்கும் அவற்றைப் பொது மக்களுக்கும் பெற்றோர்களுக்கும் நன்கு கவர்ச்சியாகவும், எளிதாகவும் விளக்குதல் போன்றவைகளுக்குச் சிறந்த மாணுக்கர்களைத் தேர்ந்தெடுத்து ஒப்படைக்க வேண்டும். பொருட்காட்சி நாளின் பரபரப்பான சூழ்நிலையில் மாணுக்கர்களின் விளக்கங்கள் தொடர்பற்றும், பொறுத்தமற்றும் சில சமயம் இருக்கக் கூடும். எனவே பொருட்காட்சி தொடங்குவதற்கு முன்னர் அவர்களுக்கு நன்கு விளக்கியும், பயிற்சியும் அளிக்கவேண்டும். பரிசோதனை, காட்சிப் பொருள்கள், இவைகளுக்கு முன் வைக்கப்படும் விளக்க அட்டையில் எழுதும் வார்த்தைகளைப்பற்றி அவர்களை விவாதிக்கச் செய்யும்போது, பரிசோதனையைப் பற்றி திறனுயும் முறையில் சிந்திக்க வைக்க வாய்ப்பு உண்டாகிறது. இவ்வாறு சிந்திப்பதால் நோக்கங்களைத் தெளிவாக உணரவும், பரிசோதனையை நன்கு அமைக்கவும், சரியான சொற்றொடர்களைப் பயன்படுத்தி மற்றவர்களுக்கு விளக்கம் கூறி தெளிவாக்கவும் பரிசோதனையின் உட்கருத்தை நன்கு அறியவும் முடிகிறது.

பொருட்காட்சியில் மாணுக்கர்கள் சேகரித்தப் பொருளோடும், செய்துகாட்டும் பரிசோதனையோடும் சிறந்த அறிஞர்களின் சொற்பொழிவுகள், அறிவியல் சம்பந்தமான திரைப்படங்கள், அறிக்கைகள், மாயாஜால வித்தைகள் ஆகியவையும் இடம் பெறலாம். பொருட்காட்சியை ஒட்டி, அறிவியல் தலைப்பில், பேச்சுப் போட்டி, கட்டுரைப் போட்டி நடத்துதல், கருத்தரங்கு நடத்துதல், நொடி விணுக்கள், குறிப்பிட்ட பொருள் குறித்து தயாரித்துப் படிக்கச் செய்தல் போன்றவைகளையும் நடத்தலாம். இது முழுவதும் மாணுக்கர்களால் நடத்தப்படும் செயல்களே யாயினும் பொருட்காட்சிகள் நன்முறையில் வெற்றிபெற ஆசிரியர்-மாணுக்கர்களின் ஒத்துழைப்பு அவசியமாகும்.

காட்சிப் பொருள்கள்

பொருட்காட்சி அமைப்பதில் கல்வி ஏற்பாட்டில் உள்ள எல்லா பிரிவுகளும் இடம் பெற்றுலும் அறிவியல் சம்பந்தமான பகுதி சிறப்பிடம் பெறுதல் அவசியம். உயிரியல் துறையில் பல வகையான காட்சிப் பொருள்கள், பல ஆண்டுகளாக மாணுக்கர்களால், கல்வி பயணத்தின்போது சேகரிக்கப்பட்டவை எப்போதும் இருக்கும். இவற்றுடன் மாதிரிப் படங்கள், விளக்கப் படங்கள், அச்சிட்ட படங்கள், போன்ற உயிரியல் ஆய்வகத்தில் உள்ளவைகளையும் இதற்கு பயன்படுத்தலாம். பொருட்காட்சிக்கென மாணுக்கர்களையும் சில

படங்களை வரையச் செய்யலாம். உயிருள்ள பதப்படுத்தப்பட்ட உயிரியல் பொருள்கள், பதப்படுத்தப்பட்ட பலவகையான பறவைகள், நீர்வாழ் உயிரினத் தொட்டி, ஜாடியில் உள்ள மீன்கள் போன்ற உயிர் பொருள்களும் இடம் பெறல் வேண்டும். சிலவகைப் பூச்சிகளின் வாழ்க்கை வரலாற்றை விளக்கும் படங்களுடன் தொற்று வியாதிகளை உண்டாக்கும் கிருமிகள், அவைகளின் வாழ்க்கை முறை, அவை பரவும் விதம், தடுக்கும் முறைகள், ஆகியவை மக்களை நன்கு கவர்வதுடன், பயன் உள்ளதாகவும், சமுதாயத்தின் பொது சுகாதார விருத்திக்கும் உதவக்கூடும். பல வகையான உணவுச் சத்துக்கள், அவைகள் அதிகமாகக் காணப்படும் சாதாரண காய்கறிகள், தானியங்கள், உணவு சத்து கெடாமல் சமைப்பது, பாதுகாப்பது போன்ற படங்களையும், விளக்கங்களையும் பொருட்காட்சியில் அமைத்தால் சத்துணவுப் பற்றியும், அதன் குறைவால் ஏற்படும் வியாதிகளைப் பற்றியும் பார்வையாளர்களின் அறிவு பெருகும். இது பொருட்காட்சியின் நோக்கங்களில் ஒன்றுன சமுகத்திற்குப் பயன்படுதல் என்ற குறிக்கோளும் நிறைவேறும். பொருட்காட்சிகள் பள்ளிக்கும், சமூகத்திற்கும் ஒரு தொடர்பை ஏற்படுத்தி பள்ளியில் நடைபெறும் செயல்களைப் பெற்றோர்களும், பொது மக்களும் அறிய வாய்ப்பு ஏற்படும்.

இயங்கக் கூடியதும், நிலையானதுமான மாதிரிப் பொருள்கள் பொருட்காட்சியில் இடம் பெறல் வேண்டும். மனிதனின் கண்கள், மூளை, இதயம், சிறுநீரகங்கள், நுரையீரல்கள் போன்ற உண்மையானப் பொருள்களுடன் பல வண்ணத்தில் செய்யப்பட்ட இவற்றின் மாதிரிப் பொருள்களும், பல்லின் அமைப்பு, இரத்த ஓட்ட மண்டலம், உணவுப் பாதை, மார்பு பகுதி, வயிற்றுப் பகுதிப் போன்றவை மக்களின் கவர்ச்சியைத் தூண்டும். கருவியல் பற்றிய பல பொருள்களும் மக்களின் கவனத்தை ஈர்க்கும். உயிரியல் சம்பந்தமான சில பரிசோதனைகளும் பொருட்காட்சியில் இடம் பெறலாம். தாவரங்களின் உணவு முறை, அவசியமான தாது பொருள்களும் அவற்றின் குறைவால் ஏற்படும் விளைவுகள், தாவரங்களின் நீராவிப் போக்கு, தாவரங்கள் சுவாசித்தல், ஒளிச்சேர்க்கையின்போது நீர்வாழ் தாவரங்கள், சூரிய ஒளியில் ஆக்ஸிஜனை வெளியிடுதல், சூரிய ஒளியை நோக்கி தாவரங்கள் வளர்தல் போன்றவைச் சிலவாகும்.

சீர்திருத்தி அமைக்கப்பட்ட துணைக்கருவிகளும், எளியப் பொருள்களைக் கொண்டு சொந்தமாகச் செய்யப்பட்ட துணைக் கருவிகளும் (Improvised apparatus), இவற்றுடன் மாணக்கர்களால் நடத்தப்பட்ட ஆராய்ச்சி சம்பந்தமான செயல் திட்டங்களின் கண்டுபிடிப்புகளும் (Investigatory Research type projects) இடம் பெறலாம். பள்ளியில் உயிரியல் போதனைக்கு பள்ளித் தோட்டம் இன்றியமை

யாத ஒன்ருகும். மாணுக்கர்கள், ஆசிரியர் அனைவரும் ஆண்டு முழுவதும் தோட்டவேலையில் ஈடுபடுகின்றனர். எனவே நன்கு பாதுகாக்கப்பட்ட தோட்டம் ஒரு முக்கிய காட்சிப் பொருளாகும். தோட்டத்தில் முயல், ஆமை, தவளை, போன்ற தீங்கு விளைவிக்காத பிராணிகளைக் காட்சிப்பொருளாக அமைக்கலாம். பலவகையான விதைமுளைத்தல், பதியன் போடுதல், ஒட்டுச் செடி தயாரித்தல், போன்ற முறைகளையும் காட்டலாம். பலவித தாவரங்களைத் தொகுதிகளாக வரிசைப் படுத்திக் காட்டலாம். கண்காட்சிக்கு முன்னர் பாதைகளை நன்கு சீர் செய்து தோட்டத்திற்குப் பொலிவினை ஏற்படுத்தலாம்.

சிறந்த உயிரியல் சம்பந்தமான, புத்தகங்கள், வெளியீடுகளையும் பொருட்காட்சியில் காட்சிப்பொருளாக இடம் பெறச் செய்யலாம்.

அமைக்கும் முறை

பொருட்காட்சிகள் அமைக்கப்படும்போது அவைகள் அமைக்கப்படும் இடம் முக்கிய கவனம் பெறல் வேண்டும். பொருள்களை நன்கு அடுக்கி வைக்க போதுமான இடவசதியும், மக்கள் சென்று வர நடைபாதை வசதியும் இருக்குமாறு அமைக்க வேண்டும். காட்சிக்கான அலமாரிகளும், மேஜைகளும் வைக்கப்பட்டிருக்கும் இடத்தைப் போலவே நடை பாதைக்கான இடமும் அவசியமான ஒன்ருகும். அறைகள் நன்கு ஒளிவசதி செய்யப்பட்டு, போக்கு வரத்துக்குப் போதுமான வசதிகள் அமைக்க வேண்டும். பொருட்காட்சி அமைப்பின் உள்ளே நுழையும்வழி, செல்லும்பாதை, வெளியேறும் வழி ஆகியவற்றைக் குறிக்க அம்பு குறிகள் (→) போட்ட தாள்கள் ஒட்டப்பட்டிருக்க வேண்டும். ஒரு முறைச் சென்ற வழியிலேயே மீண்டும் செல்லத் தேவையில்லாத நிலையில் வழி அமைக்கப்படல் நன்று. குடிநீர், கழுவும் அறை போன்ற வசதிகள் கவனம் பெறல் வேண்டும். ஒரு அறையில் சில பொருள்களே காட்சியில் வைக்க வேண்டும். அதிக நேரத்தை எடுத்துக் கொள்ளும் சோதனைகள் பலவற்றை ஒரே இடத்தில் அமைக்க சில சோதனைகளே செய்துகாட்டப்படல் வேண்டும். நிறைய பொருள்கள் ஒரே அறையில் வைக்கப்பட்டிருந்தால் பார்ப்பவர்கள் கூட்டம் அதிகமாவதோடு, யாரும் எதையும் சரியாக பார்க்க முடியாது. பலர் ஒன்றையும் சரியாகப் பார்க்காமலே வெளியே சென்று விடுவார்கள். காட்சிப் பொருள்களைக் கண்மட்டத்திற்கு அருகில் இருக்குமாறு வைக்க வேண்டும். இதனை மேஜையின் மீது அடுக்கியும் சுவர், கரும்பலகையில் தொங்கவிட்டும் எளிய முறையில் வைக்கலாம். பொருள்களை வைக்கப் பயன்படுத்தும் மரச்சாமான்கள் யாவும் இயன்ற அளவு ஒரே சீராக இருக்குமாறு அமைத்தல் நலம். மாறுதல் வருவோரைக் கவர்தல் வேண்டும். எளிய கருத்துக்களை விளக்கும்

கருத்துப் படங்கள், செய்துகாட்டும் சோதனைகள் ஆகியவை களின் நடுவில் சிக்கலான சோதனைகள் இடம் பெறலாம். விளக்கப் படங்களைவிட செய்துகாட்டும் சோதனைகள் மக்களை வெகுவாகக் கவரும். பரிசோதனைகளின்போது உண்டாகும் ஒலி, ஒளிகளும் மக்களை வெகுவாககவரும். அசைவும் (Movement) கருத்தைக் கவரும் தன்மையுடையது. எனவே இயங்கும் மாதிரிப் பொருளைக் காண மக்கள் விரும்புவார்கள்.

பள்ளி ஆண்டு துவக்கத்திலேயே மாணுக்கர்களுக்கு பொருட் காட்சியைப்பற்றி எடுத்துக் கூறி அவர்களின் ஆர்வத்தைத் தூண்டி எல்லோரும் பொருட்காட்சி நடத்தும் முயற்சியில் பங்குகொள்ள முன்வருமாறு செய்தல் வேண்டும். பள்ளியில் உள்ள எல்லா பகுதி களும் பொருட்காட்சியில் பங்கு கொள்ளுமாறு செய்தல் வேண்டும். பல பகுதிகளாகப் பிரித்து, ஒவ்வொரு பாடப் பகுதியைச் சேர்ந்த பொருள்கள் தனித்தனிப் பகுதியில் இடம் பெறச் செய்தல் வேண் டும். பொருட்காட்சிக்கென ஒரு குழுவை அமைத்து அக்குழு பொருட்காட்சி வைக்கும் இடம், தேதி, கலந்து கொள்பவர்கள், காட்சிப் பொருள்கள் வைப்பது சம்பந்தமான விதிமுறைகள், செலவு கள் பற்றிய பொருளாதார விஷயங்கள், மற்றும் ஏனையத் துணைக் குழுக்களின் பணியைக் கவனித்தல் போன்றவைகளை மக்களுக்கு விளக்குவதற்கும், செய்து காண்பித்தல், வழிகாட்டுதல், ஒழுங்கு படுத்துதல், போன்றவைகளுக்கு நன்கு பயிற்சி அளிக்கப்பட்ட மாணவத் தொண்டர் குழுக்களை அமைக்க வேண்டும். பொருட் காட்சிகளை அமைக்கப் பெரிய வகுப்பறைகளும் நீண்ட ஹால்களை யும் கொண்ட பள்ளிகள் சிறந்தன. அப்பள்ளியும் ஊரின் நடுவில் அமைந்திருக்குமேயானுல் பெரும்பாலான மக்கள் கண்டு பயன் அடைய முடியும்.

பயன்கள்

பெற்ருேர்களும், பொது மக்களும், மாணுக்கர்களின் பொருட் காட்சியை கண்ணுறும்போது அவர்கள் படிக்கும் பாடங்களின் பயன்படும் தன்மை நன்கு விளங்கும். இப் பொருட்காட்சிகள் பள்ளி, சமுதாயத் தொடர்பினை வலுபடுத்துகிறது. தனி மாணவனின் விருப்பம், ஆர்வம், அறிவு, கைத்திறன் இவைகள் அனைத்தும் ஒருமிக்கச் செயல்படும் சூழ்நிலை ஏற்படுகிறது. பொருட்காட்சியைக் காணவரும் மக்களுக்கு மாணுக்கர்கள் குறிப்பிட்டப் பொருளைப் பற்றி விளக்கம் செய்வதற்கு அப்பொருளைப்பற்றிய எளிய சோதனை களை செய்துகாட்டும்போது அவர்களது கைத்திறன், செயல் வன்மை, சொல்லாற்றல் முதலியன வளர்கின்றன. பலர் ஒன்று சேர்ந்து ஒரு நிகழ்ச்சியை நடத்துவதால் கூட்டுறவு மனப்பான்மை

வளர்கிறது. மாணுக்கர்கள் எடுத்துக் கொண்டச் செயலை வெற்றிகரமாக நடத்துவதால், மனநிறைவும், மகிழ்ச்சியும் ஏற்படுகிறது. பொருட்காட்சி நடத்துவதால் விளையும் பிற பயன்களாக அறிவு வளர்ச்சியும், பண்பு வளர்ச்சியும் ஏற்படுகின்றன. மாணுக்கர்கள் ஓய்வு நேரத்தை நன்கு பயன்படுத்த புதிய கருத்துக்களும் இவைகளால் ஏற்படலாம். வகுப்பறை போதனையின் மூலம் அறிய முடியாதவற்றை மாணுக்கர்கள் பொருட்காட்சியின்போது குழுக்களாகச் சேர்ந்துச் செய்யும் பல செயல் திட்டங்கள், செயல்களின் மூலம் பெறுகின்றனர். இவ்வாறு குழுக்களாகப் பிரிந்து பொருட்காட்சிக்காக திட்டமிட்டச் செயல்களைப் புரியும்போது அவர்கள் ஒருமித்த மனதுடனும், ஆசிரியர் சொல்படியும், குழுத் தலைவனின் தலைமையின் கீழும் செயலில் ஈடுபடுவதால் தாம் மேற்கொண்ட கட்டுப்பாடுகளுக்குக் கீழ்படிந்து நடக்கும் தன்மை பண்படுகிறது. ஒழுக்கக் கட்டுப்பாடு பயனும் ஏற்படுகிறது. பொருட்காட்சிகள் நுண்ணறிவுப் பயனை (Intellectual value) பெருக்குவதோடு, கூடி வாழும் சமுதாயப் பயனையும் (Social value), மற்றும் உளவியல் பயன் (Psychological value). கல்விப் பயன் (Educational value) ஆகியவற்றையும் வளர்க்கின்றன. மாணுக்கர்களின் இயல்பூக்கங்களான (Instinct) கட்டூக்கம் (Construction), திரட்டூக்கம் (Aqusition), ஆவலூக்கம் (Curiosity), ஆகியவைகள் நன்முறையில் நிறைவேற உதவுகின்றன. மாணுக்கர்களின் திறமைகளும் உணரப்பட்டு தூண்டப்படுகின்றன. அறிவியல் பொருட்காட்சிகள் அறிவியல் தனித் திறன்களைக் கண்டு பிடித்து விளக்குவதற்குப் பெரிதும் வாய்ப்பினை நல்குகிறது. காட்சிப் பொருள்களை அழகாக அமைத்தலில் பங்கு கொள்வதால் கலைஉணர்ச்சி, சுவை உணர்திறன் போன்ற அழகு வளர்ச்சிப்பயன் (Aesthetic value) ஏற்படுகிறது. நம் நாட்டு தேசிய கல்வி, ஆராய்ச்சி, மற்றும் பயிற்சிக் கழகமும் (N.C.E.R.T.) பொருட்காட்சிகள் நடத்தப்பட வேண்டியதன் அவசியத்தை வற்புறுத்துகிறது. மாணுக்கர்களின் எண்ணங்களையும், வகுப்பறையில் பயின்றக் கருத்துக்களையும் ஆக்க வழியில் பயன்படுத்த ஊக்குவிக்கவும், தூண்டவும் பயன்படுகிறது. இது பொருட்காட்சி அமைத்தலின் முக்கிய நோக்கங்களில் ஒன்ருகும். மாணுக்கர்களின் அறிவியல் சம்பந்தப் பணிகளை மற்றவர்களுக்குத் தெரியப்படுத்தவும், அதனுல் செய்திறன் மேலும் அதிகரிக்கவும் உதவுகிறது. பொருட்காட்சியில் பங்கேற்று, சிறப்பாக காட்சிகள் அமைத்துள்ள தன் உடன்பயிலும் மாணுக்கர்களின் வெற்றியைக் காணவும் அதனுல் தங்களது செயல் திட்டங்களை நன்முறையில் திட்டமிடவும் இவைத் தூண்டுகின்றன. அறிவியலில் சிறப்பான, தனித்திறமைகளையும், மீத்திறனும், ஆற்றலும், ஊக்கமும் உள்ள மாணுக்கர்களை உரிய முறையில், அறிமுகப்படுத்தி ஊக்குவிக்க பொருட்காட்சிகள் உதவு

கின்றன, அப்பகுதி மக்கள் பள்ளியோடு தொடர்பு வைத்துக் கொள்ளவும், ஆசிரியர்களையும், மாணுக்கர்களையும் சந்திக்க வாய்ப்பு ஏற்படுகிறது.

மதிப்பிடுதல்

பொருட்காட்சியில் இடம் பெறும் பல்வேறு பொருள்களையும், செயல்களையும், மிகவும் துல்லியமாக மதிப்பிடுவது சிரமம் எனினும் மாணுக்கர்களிடம், நாம் விரும்பும், பல்வேறு பகுதியின் வளர்ச்சி யின் முக்கியத்தை உணர்த்தும் வகையில் ஓரளவு மதிப்பீடு செய்ய லாம். மதிப்பீடு செய்பவர்களாக கல்லூரி பேராசிரியர்கள், அறிவி யலை அறிந்த சமூக பிரதிநிதிகள், அறிவியல் அறிஞர்கள், அறிவியல் ஆசிரியர்களையும் அமைக்கலாம். மதிப்பீட்டு முறையானது இயன்ற வரைத் தனிப்பட்ட விருப்பு வெறுப்புகளுக்கு அப்பாற்பட்டதாக (Objective) இருக்கவேண்டும். ஒவ்வொரு இனத்திற்கும் (item) தனித் தனியாக அடிப்படைத் தேர்வு கொள்கையும், மதிப்பெண் களும் ஒதுக்கலாம். உதாரணமாக அறிவியல் நோக்கிற்கு 30 சத வீதம், சொந்தமாக திட்டமிடுவதற்கும் செயலைச் செய்வதற்கும் 20 சதவிதம், முழுமைத் தன்மைக்கு அதாவது காட்சிப் பொருளைத் தெளிவாகவும், சுருக்கமாகவும், எளிதில் புரிந்துக் கொள்ளக்கூடிய தன்மைக்காகவும், 10 சதவீதமும், கவர்ச்சிக்கு 10 சதவீதமும் அதா வது நன்முறையில் அழகாக எழுதப்பட்ட விபரங்கள், நன்கு குறிக் கப்பட்ட பெயர் அட்டைகள், நன்ருக காட்சிக்கு வைக்கப்பட்டிருந்த விதம் போன்றவையாகும். காட்சிப் பொருளுக்குரிய மாணுக்கர் களோடு நேரடி வினவுதலுக்கு 10 சதவீதம் போன்று அமைத்துக் கொள்ளலாம். இவ்விவரங்களை முன்கூட்டியே அறிவித்து யாவரும் காணும்படியான இடத்தில் வைக்கப்பட வேண்டும். பொருட்காட்சி முடிந்த பின்னர் ஆசிரியர்களும், மாணுக்கர்களும் தாங்களாகவே சுயமதிப்பிட்டு துவக்கத்தில் திட்டமிட்டபடி நடைப் பெற்றதா? இல்லையெனில், எங்கு குறை உள்ளதெனக் கண்டறிந்தால் அடுத்த ஆண்டு நடத்தும் போது அதனைத் தவிர்க்கலாம்.

வெளிப் பயணம்
(Field trips)

கல்விப் பயணம் வகுப்பறையில் பெறமுடியாத, புலன்களின் முழு அனுபவத்தை, இயற்கையிலும், வெளி இடங்களில் காணும் பொருள்களிலும் பெற உதவுகிறது. வகுப்பறைக்கு வெளியில் தரப் படும் போதனைகள் அனைத்தும் இதன்கண் அடங்கும். இது மாணுக்கர்களைப் பொருளைப் பற்றி முதல்நிலை அனுபவம் தரும் இடத் திற்கு அழைத்துச் செல்வதாகும். இதுவும் கற்பித்தலுக்கான ஒரு துணைக் கருவியேயாகும். சிறந்த ஆசிரியர் தான் வாழும் சூழ்நிலை

சமூகம் ஆகியவற்றைக் கற்பித்தலுக்கு நன்குப் பயன்படுத்திக் கொள்ள வேண்டும். கற்பித்தலுக்கு ஈடு செய்யவும், கற்பித்தலின் தரத்தை உயர்த்தவும், பாடப் பொருள்களுடன் இணைத்து கற்பிக்கவும், சமுதாயமும், பள்ளியைச் சுற்றியுள்ள இடங்களும் பெரிதும் உதவக் கூடும். இதற்கு கிராமபுற பகுதியாக இருந்தாலும், நகர் புற பகுதியாக இருந்தாலும் கல்வியைப் பற்றிய வகையில் நிறைய வாய்ப்புகள் உள்ளன. உயிரியல் கற்பித்தலுக்கு சமுதாயம் பெரிதும் உதவக் கூடும். அருங்காட்சியகம், மிருக காட்சிசாலை, தாவர இயல் தோட்டங்கள், மலர் காட்சிகள், கடற்கரை, விவசாயப் பண்ணைகள், கால்நடைப் பண்ணைகள், பொருட்காட்சி சாலை, கோழிப் பண்ணைகள், சிறிய காடுகள், ஏரி, குளம், பள்ளத்தாக்கு, பறவை சரணாலயம், விலங்குகள் சரணாலயம் முதலிய இடங்களுக்கு மாணாக்கர்களை அழைத்துச் செல்லுதல் உயிரியல் அறிவினைப் பெறுவதற்கு இன்றியமையாததாகும். மீன் குஞ்சுகளை உற்பத்தி செய்யும் இடம், ஆகியவற்றையும் காண அழைத்துச் செல்லலாம். பறவை சரணாலயத்தில் உள்நாட்டுப் பறவைகளைத் தவிர வேறு நாட்டு பறவைகளையும் காணலாம். மீன் குஞ்சுகளை உற்பத்திச் செய்யுமிடங்களில் எவ்வாறு அதிக அளவில் மீன்கள் உற்பத்திச் செய்யப்படுகின்றன என்பதனையும், பலவகை மீன்களையும் அறிய வாய்ப்புகள் உள்ளன. இவ்விடங்களுக்கு கல்வி உலாவாகச் செல்லும்போது வெறும் காட்சிக்காகவும், பொழுது போக்கிற்காகவும் மட்டுமின்றிக் குறிப்பிட்ட கல்வி நோக்கத்தையும் பின்னணியாகக் கொண்டு இருக்க வேண்டும். இந் நோக்கங்கள் அறிவியல் சிந்தனையைத் தூண்டுவதாகவும் பாடபோதனையை நன்கு அறிந்துக் கொள்ள உதவுவதாகவும், அறிவியலில் ஊக்கம் ஏற்படவும், செய்ய வேண்டும். வெளியிடங்களைக் காண செல்வது என்பது பள்ளி உள்ள இடம், கற்பிக்கும் பாடங்களையும் பொறுத்துள்ளன. அருங்காட்சியகம், உயிரியல் பூங்கா, மிருககாட்சிச் சாலை போன்றவை பெரிய நகரங்களில் இருப்பதால் இதனை நகரத்திலுள்ளவர்களும் அதன் சுற்றுபுறத்தில் உள்ளவர்களும் பயன்படுத்தலாம். விவசாய பண்ணைகள், பழத்தோட்டங்கள், கால்நடை, கோழிவளர்ப்பு பண்ணைகள் போன்ற கிராமபுறச் சூழ்நிலையில் உள்ளவைகளை அங்குள்ள பள்ளிகள் எளிதில் பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம்.

இயற்கைப் பாடத்தைப் பயிலும் மாணாக்கர்கள், வெளியிடங்களுக்குக் கல்விப் பயணம் செய்யாமல் நன்கு அறிய முடியாது. சில அருங்காட்சியகங்கள் கல்வி நோக்கத்தோடே அமைக்கப்பட்டுள்ளன. பல வகுப்புகளில் சொல்லிக் கொடுக்கும் பாடத்தை ஒருமுறை அருங்காட்சியகத்திற்குச் சென்று வந்தால் அதன் பயனை அடையலாம். இவ்விடங்கள் யாவும் பயனுள்ள அறிவியல் சம்பந்தமான

அறிவை வளர்ப்பதோடு மேலே படிக்கவும் ஆவலைத் தோற்றுவிக்கும். சில சமயங்களில் இவ்விடங்களில் கிடைக்கும் படங்களும், தகவலைக் கொண்ட துண்டு பிரசுரங்களும், புத்தகங்களும், வகுப்பறைப் போதனைக்குப் பெரிதும் உதவக்கூடும்.

பயணத்தின் வகைகள்

உயிரியல் செய்திகளையும் செயல்களையும் ஏட்டில் பயிலுவதால் யாதொரு பயனும் விளையாது. அவைகளைப் பயனுள்ள வகையில் மாணுக்கர்கள் அறிந்து கொள்வதற்கு சுற்றுலாக்கள் பெரும் துணை புரிகின்றன. கல்வி பயணங்களைச் செல்லும் தூரம், காலம் ஆகிய வற்றிற்கேற்ப வகுப்பு நேரத்தில் வெளியில் சென்று திரும்புதல், விடுமுறை நாட்களில் மேற்கொள்ளுதல் தொலை இடங்களுக்குச் சென்று வருதல் என மூவகையாகப் பிரிக்கலாம்.

பயணத்திற்குத் திட்டமிடுதல்

கல்வி உலாவிற்கான பயணங்கள் அனைத்தும் ஆசிரியரின் துணைக்கொண்டு மாணுக்கர்களாலே திட்டமிடல் வேண்டும். இது ஒரு மகிழ்ச்சிகரமான அனுபவமாக இருப்பினும் மிகவும் பொறுப்புள்ள பணியாகும். குறிப்பிட்ட நோக்கங்களை அடிப்படையாகக் கொண்டு கவனமாகத் திட்டமிடுதல் வேண்டும். அவர்கள் என்ன காணப் போகிருர்கள், காண வேண்டிய அறிவியல் சம்பந்தமான கருத்துக்கள் யாவை என்பனப் பற்றி அவர்களுக்கு முன் கூட்டியே அறிவிக்கவேண்டும். மாணுக்கர்கள் ஒவ்வொருவரும் தனக்கு இதில் பொறுப்பு உள்ளது என்பதனை உணர்வதோடு பயணத்தில் உள்ள மற்ற மாணுக்கர்கள் ஆசிரியரோடு ஒத்துழைத்துச் செல்லவேண்டும்.

கல்வி உலாவிற்கு ஏற்பாடு செய்யும்போது மூன்று முக்கிய படிகளைக் கொண்டிருக்க வேண்டும். (1) அவைப் பயணத் திட்டங்களை வகுத்தல், (2) பயணத்தை நடத்துதல், (3) முடிந்த பின்னர் தொடர்ந்து செய்ய வேண்டியவைகள் ஆகும்.

பயணத் திட்டங்களை வகுத்தல் என்பது விரிவாகத் திட்டமிடுதல் ஆகும். கற்றல் சம்பந்தமான செயல்களையும், பயணம் பற்றிய செயல்களையும் திட்டமிடுதல் ஆகும். கற்றல் செயல்களாகத் திட்டமிடும்போது தேவையான துணைக்கருவிகள், கையில் எடுத்துச் செல்லும் லென்சுகள், பைனுகுலர், பூச்சி பிடிக்கும் வலை, மீன் பிடிக்கும் சிறிய வலை, பார்மலின், தாவரங்கள் கெடாமல் வைக்கும் பேழை, கண்ணுடி குப்பிகள் அல்லது ஜாடிகள், செய்தி தாள்கள், அமுக்கும் இரும்பு வலை தகடுகள் போன்றவைகள் எடுத்துச் செல்ல வேண்டும். மாணுக்கர்கள் பொறுப்பாக சேகரிக்க வேண்டிய

பொருள்கள், பாதுகாப்பாகக் கொண்டு வர வேண்டியவை, கண்டு பிடிக்க வேண்டியவைகளும் திட்டமிடுதல் வேண்டும். எவற்றை யெல்லாம் காண வேண்டும், முக்கியமாகக் கவனிக்கப்பட வேண்டி யவை, அவற்றின் தத்துவம், அமைப்பு ஆகியவற்றைக் குறித்து எடுத்துச் செல்லவேண்டும். பயண சம்பந்தமாகத் திட்டமிடும்போது பயணம் செல்லும்வழி, நேரம் பற்றிய விவரம், உடை வகைகள், சொந்த உபயோகப் பொருளான குடை, பைனுக்குலர், நிழற்படப் பெட்டி போன்றவைகளும், உணவு, சிற்றுண்டிக்கான ஏற்பாடுகளும், போக்குவரத்து வாகன வசதி மற்றும் எதிர்பாராத செயல்களுக் கான முதலுதவி வசதி ஆகியவைபற்றியும் கவனிக்கப்படல் வேண்டும். பயணத்தை நன்முறையில் திட்டமிட, செல்லும் இடங் களின் வசதிகள் பற்றியும், அங்குள்ள சூழ்நிலை குறித்தும் முதலில் அனுபவம் உள்ளவர்கள் இருந்தால் அவர்களைக் கலந்தும் திட்ட மிடலாம். பள்ளி நிர்வாக சம்பந்தமான சில விவரங்களை முன் கூட்டியே திட்டமிடுதல் அவசியமாகும். அவை பயணத்திட்டம் சம்பந்தமாகப் பள்ளி நிர்வாகிகள் ஒப்புதல், பெற்ருேரின் அனுமதி, போக்குவரத்துச் சம்பந்தமான புகைவண்டிச் சலுகைகள், காண வேண்டிய இடங்களில் முன்கூட்டியே அனுமதி வாங்குதல் போன்றவையாகும்.

வெளியிடங்களுக்குச் செல்லும்முன் கவனிக்கவேண்டியவை

1. எவ்வளவு மாணுக்கர்களை அழைத்துச் செல்ல வேண்டும் என முடிவு செய்து அதிக எண்ணிக்கை இருந்தால் பகுதிகளாகப் பிரிக்க வேண்டும்.

2. பயணத்திற்குத் தேவையான ஏற்பாடுகளை முன்கூட்டியே செய்யவேண்டும்.

3. அனேக இடங்களை ஒரே வேளையில் பார்க்க முயலுதல் கூடாது. இதனுல் மாணுக்கர்கள் அதிகச் சோர்வடைவார்கள்.

4. புறப்படும்முன் போகுமிடத்தில் மாணுக்கர்கள் எவ்வெவ் வற்றை நன்கு கவனிக்க வேண்டும் என்பதை அறிவிக்க வேண்டும்.

5. மாணுக்கர்கள் தாம் பார்க்கப்போகும் காட்சிகளைக் காண மிக்க ஆவல் உள்ளவர்களாய் இருக்கும்படி செய்தல் வேண்டும்.

பயணத்தை நடத்துதல்

பயணத்தை நன்முறையில் நடத்துவது ஆசிரியரின் முழுப் பொறுப்பாகும். எவ்விதமான குறைவோ, ஒழுக்கக் குறைபாடோ

இன்றி நடத்த வேண்டும். மாணுக்கர்களின் கல்வி அனுபவமும் பயணத்தில் பெறும் உற்சாகமும் குன்ருத வண்ணம் பார்த்துக் கொள்ளவேண்டும். கல்விப் பயணங்களுக்கு மாணுக்கர்களை ஆசிரியர் அழைத்துச் செல்லும்போது பேராபத்து விளையும் செயல்களில் அவர்கள் ஈடுபடாமல் பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும். பொருள் களைச் சேகரிக்கும் ஆர்வத்தில் மரங்களின்மீது ஏறுதல், ஆழமான நீர்நிலைகளில் இறங்குதல், விஷப் பூச்சிகள், பாம்புகளைப் பிடிக்க முயலுதல் போன்ற செயல்களில் உள்ள ஆபத்துகளை விளக்க வேண்டும். வகுப்பறையைத் தவிர வெளி இடங்களில் நீண்ட நேரம் ஒன்றையே சிந்திப்பதும், கவனிப்பதும் கடினம். இதனை ஆசிரியர் அனுதாப உணர்வோடு உணர்ந்து மாணுக்கர்களுக்குச் சிரமம் கொடுக்கக் கூடாது. அவர்களது கவனத்தை ஆவலைத் தூண்டும் பொருள்களில் ஈர்க்க வேண்டும். மாணுக்கர்கள் வெளி இடங்களில் எவ்விதமான குறிக்கோளும் இன்றிக் கலையத் தொடங்குவார்கள் அவர்களைக் கவனித்துக் கொள்வது ஆசிரியர் பொறுப்பாகும். கடற் கரை ஓரங்கள், ஆறுகள் போன்ற இடங்களுக்குச் செல்லும்போது மிகவும் விழிப்பாக ஆசிரியர் இருக்கவேண்டும். அதே சமயத்தில் இயற்கைப் பொருள்களை அவரவர்கள் விருப்பம்போல் கண்டு களிக்க ஆசிரியர் இசைவு தருதல் வேண்டும். பொருள்களைச் சேக ரித்தலை இருவகைகளாகச் செய்யலாம். பலவகையான தாவரங்கள், பிராணிகளை வகைக்கு ஒன்று அல்லது இரண்டு வீதம் சேகரிக்கலாம். அடுத்தது விநோதமான புதிய பொருள்களை, அவைகளை ஆராய்வ தற்காகச் சேகரிக்கலாம். இயற்கைச் சூழ்நிலையில் பொருள்களை நன்கு தொட்டுக்கையாள மாணுக்கர்களுக்கு வாய்ப்பளிக்க வேண் டும். கல்வி உலாவின்போது அழகிய பொருள்கள், தாவரங்கள், பிராணிகள், இயற்கைக் காட்சிகள், சூரிய அஸ்தமனம் போன்றவை களை ரசிக்கச் செய்ய வேண்டும். பொருள்களை நேரில் காணும் போது மாணுக்கர்களுக்கு ஏற்படும் ஐயங்களை ஆசிரியர் ஆங்காங்கே அகற்றுதல் வேண்டும்.

சுற்றுலாவின்போது காண்பவை

ஆண்டின் பல்வேறு பருவங்களில் அவர்கள் கல்விப் பயணம் புரியும்போது அவர்களது கருத்தைக் கவரும் பல தகவல்களை நேரில் அறிந்து கொள்ளும் வாய்ப்பு ஏற்படுகிறது. பல்வேறு பருவங்களில், பலவகையான பூச்சிகள், பறவைகளைக் காணும் வாய்ப்பு ஏற்படு கிறது. பூக்களோடு கூடிய செடிகளையும், கொடிகளையும், காய்த்தும் பழுத்தும் தொங்கும் குலைகளை உடைய பலவகை மரங்களையும் காண்பார்கள். பண்ணைகளில் பயிர்களின் பல்வேறு வளர்ச்சி நிலை களை நேரில் காண்பார்கள். பலவகையான பறவைகளையும் அவற் றின் குரல்களையும் கேட்கும் வாய்ப்பு ஏற்படுகிறது.

மாணுக்கர் குறிப்பு

வெளியிடங்களுக்குப் பயணம் செல்லும்போது மாணுக்கர் பல காட்சிகளையும், செயல்களையும் உற்றுநோக்குவார்கள். வேறு வழிகளிலும் பலவகைத் தகவல்கள் அவர்களுக்குக் கிடைக்கலாம். அவற்றையெல்லாம் உடனுக்குடன் அவர்களது குறிப்பு ஏட்டில் குறித்துக்கொள்ளப் பழக்கவேண்டும். உதாரணமாக கீழ்க்காணும் தலைப்புகளில் விவரம் சேகரிக்கச் சொல்லலாம்.

தாவரம்பற்றிய விவரம்

1. கண்ட இடம், தேதி.
2. தாவரத்தின் வகை (செடி, கொடி, மரம் போன்றவை).
3. அவை வளரும் நிலத்தின் தன்மை (காட்டிலா, வயலிலா, நீரிலா, மணல் தரையா, சதுப்பு நிலத் தாவரமா?).
4. பூக்களின் வகை (தனிப்பூவா? மஞ்சரியா?).
5. அளவு, நிறம், அமைப்பு (புல்லிகள், அல்லிகளின் எண்ணிக்கை, இருபால் பூவா போன்றவை).
6. இலைகள் — வடிவம், அமைப்பு (தனி இலையா, கூட்டு இலையா? ஓரங்களின் அமைப்பு, நுனியின் அமைப்பு போன்றவை)
7. பழம் — வகை, வடிவம், நிறம் முதலியன.
8. வேரின் வகை.

பறவைபற்றிய விவரம்

1. பறவையைப் பார்த்த இடம், தேதி.
2. உருவத்தின் அளவு.
3. வசிக்கும் இடம்.
4. முக்கிய நிறஅமைப்பு.
5. இறக்கை, வால், கால், அலகு பற்றிய அமைப்பு விவரம்.
6. பறக்கும் தன்மை (நேராக, சரிந்து, பாய்ந்து, வளைந்து பற்றிய தகவல்கள்).
7. ஒலிக் குறிப்பு.
8. உண்ணும் உணவின் விவரம்.
9. கூடு (அமைப்பு முறை, பயன்படுத்தப்பட்டுள்ள பொருள்கள், கண்ட இடம், மரக்கிளை, பொந்து, ஈச்சம் பாளையின் நுனிபோன்றவை.

10. நடை (ஓடுதல், நடத்தல், தாவுதல் முதலியன).

11. பிற அம்சங்கள்.

இத் தலைப்புகளின் வகைகளும், எண்ணிக்கையும், மாணுக்கர்களின் வயது, பாடஅறிவு, பட்டறிவு ஆகியவைகளுக்கு ஏற்ப மாறுபடும்.

பயணத்தின்பின் தொடர்ந்து செய்யவேண்டிய பணிகள்

பயணத்தின் பயன் அதிகரிக்க, பயணம் முடித்துவந்த பின்னர் நன்கு திட்டமிட்டுச் செய்யும் செயலைப் பொறுத்து இருக்கிறது. மாணுக்கர்களைப் பல குழுக்களாகப் பிரித்து, ஒவ்வொரு குழுவிற்கும் ஒரு வேலை கொடுக்கலாம். 1. முதல் குழு, சேகரித்த பொருள்களை வகைகளாகப் பிரித்தல், 2. இரண்டாவது குழு, பொருள்களுக்குப் பெயர்களை எழுதுதல், 3. மூன்றுவது குழு, பொருள்களைப் பதப் படுத்தி அடுக்கி வைத்தல், 4. நான்காவது குழு, பயணத்தின்போது கண்ட செடிகள், பிராணிகளின் படம் வரைதல், 5. ஐந்தாவது குழு, அறிக்கை தயாரித்தல், 6. ஆறுவது குழு இதுவரை பெயர் கண்டு பிடிக்காத தாவரங்கள், பிராணிகளைப் படம், புத்தகம் ஆகியவற்றைக் கொண்டு கண்டுபிடித்தல்போன்ற பணிகளைச் செய்யலாம்.

மாணுக்கர்களுடன் பயண அனுபவம் குறித்து ஒரு பொது விவாதம் நடத்தலாம். மாதிரிப்படங்கள், மாதிரிப்பொருள்கள், தாவரங்களை உலர்த்திச் சேமித்தல், படத்தொகுப்பு ஆகியவை தயார் செய்யச் சொல்லலாம். கண்டுவந்த இடம் குறித்துச் சொற்பொழிவு செய்யக் கூறலாம். பள்ளித் தகவல் பலகைக்கும், பள்ளி ஆண்டு மலருக்கும், கட்டுரை, ஓவியம் போன்றவை தயாரிக்கச் செய்யலாம். பயணத்தின்போது எடுத்த நிழற்படங்களை படத் தொகுப்பாக அமைக்கலாம். பயணம் சம்பந்தமாக, புதிய முறையில் சிறு விஞக்களைக் கொண்ட தேர்வும் நடத்தப்படல் வேண்டும். இதே இடத்திற்கு வேருெரு குழுச் செல்வதாக இருந்தால் அவர்களுக்கான பயண ஏற்பாட்டுத் திட்டம் எழுதச் சொல்லலாம். செய்தித்தாள்களுக்குப் பயணம் குறித்து எழுதுதல்போன்ற பயிற்சியும் அளிக்கலாம்.

சமுதாய மூலவளங்களைப் பயன்படுத்துதல்
(The Resource of the Community)

நம்மைச் சுற்றியுள்ள சமூகத்தில் உள்ளூர்த் தாவரங்கள், பிராணிகள் அல்லது வீட்டுப் பிராணிகளை வளர்த்தல் போன்றவற்றில் சிறப்பான அறிவைப் பெற்றவர்கள் உறுதியாகச் சிலபேர் இருப்பார்கள். அவர்களைப் பள்ளிக்கு அழைத்து அவர்களது அறிவைப் பயன் படுத்திக்கொள்ளலாம். ஆசிரியரே சில கேள்விகளைக் கேட்க அவர்

பதிலளிக்கும் வகையில் மாணுக்கர்களுக்கு அறிவு புகட்டலாம். அவர்கள் பணிபுரியும் பண்ணை அல்லது தோட்டத்திற்கு அழைத்துச் செல்லலாம். அனுபவமில்லாத வெளியார்களைப் பள்ளிக்கு அழைத்துப் பேசவைத்தால் அது நற்பயன் அளிக்காது. எனவே, அதுபோன்ற சமயத்தில், ஆசிரியர்கள் கேள்விகள் கேட்டு விடை அளிக்குமாறு பார்த்துக் கொண்டால், அதன்மூலம் பாடப் பொருளை மாணுக்கர்களது அறிவிற்கும், கவர்ச்சிக்கும் ஏற்றவாறு செய்யலாம். சில இடங்களில் அரசு மாதிரி விவசாய பண்ணைகள் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். அங்குப் பணிபுரியும் விவசாய அதிகாரிகளை நன்கு பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம். பண்ணைக்கு மாணுக்கர்களை நேரில் அழைத்துச் சென்று காண்பிக்கலாம். அங்கு மாணுக்கர்கள் தாங்கள் வகுப்பறையில் படித்த அறிவியல் கருத்துகளுக்கு நேரடி விளக்கம் பெறுகின்றனர். இவைகளைக் காணும்போது தம் பகுதிக் கிராம மக்களின் அனுபவ அறிவை மெச்சுகின்றனர். கிராமக் கைத்தொழிலாளர்களும் கல்வி என்பது அன்ருட வாழ்க்கையினின்றும் ஒதுக்கப்பட்டது அன்று என்பதை உணர்கிருர்கள்.

வெளியில் பெறும் அனுபவங்கள்

மாணுக்கர்கள் வகுப்பறைக்கு வெளியில் பெறும் அனுபவம் முதல் நிலை அனுபவமாகும். அவை நேரடிக்கற்றல் சூழ்நிலையில் கிடைக்கின்றன. வகுப்பறையில் அறிவியல் கற்றலில் செய்து காட்டியோ அல்லது செய்து பார்க்கும் பயிற்சியை அவைகள் செய்கின்றன. வகுப்பறை ஏற்படுத்தாத பல புத்துணர்ச்சிகளை இப்பயணம் ஏற்படுத்துகிறது. உண்மைப் பொருளை நேரில் காண வெளிப்பயணம் உதவுகிறது. கருத்துகளைவிட உண்மைப் பொருள்கள் அதிக ஆவலைத் தூண்டக் கூடியவை. வகுப்பறைக்குள் கொண்டு வரும்போது பெரும்பாலான உயிரினப் பொருள்கள் இயற்கையில் சாதாரண நிலையில் உள்ளன போல் இரா. தாவரங்கள் செயற்கை வெளிச்சம், நீர்ப்பசை இவைகளால் பெரிதும் பாதிக்கக் கூடும். வகுப்பறைக்குள் கொண்டு வரப்பட்ட பிராணிகளுக்குச் சரியான உணவு, தனிமை மற்றும் நடையோட்டம் இருக்காது. பருமன் காரணமாகவும் அல்லது வகுப்பறைக்குள் கொண்டு வர வசதிப்படாத நிலையில் உள்ள பெரிய மரங்கள், நீர் வீழ்ச்சிகளை நேரில் அவ்விடங்களுக்குச் சென்று காணும்போது நேரடி முதல்நிலை அனுபவம் கிடைக்கிறது. வெளியிடங்களுக்குச் செல்லும்போது எல்லாப் புலன்களுக்கும் பயிற்சி கிடைக்கிறது. உண்மையான கற்றலானது பல புலன்களின் வழியாகப் பெறும் புலனுணர்ச்சிகளின் கூட்டு விளைவேயாகும். இதில் ஏதேனும் ஒரு புலன் வழியாகப் பெறும் அனுபவம் இல்லையெனில் கற்றலின் தரம் குறைவுபடுவதோடு

மற்றப் புலன்களின்மேல் செலுத்தும் கூட்டு விளைவும் பாதிக்கப்படும். பள்ளியிலிருந்து சிறிது தூரத்திற்கு உள்ளேயும் நல்ல கற்றலுக்கான சூழ்நிலைகள் இருக்கக்கூடும். அவைகளை வைத்தே முழுப் பாடத்தையுமே இணைத்துக் கற்பிக்கலாம். சில சமயம் ஒரு தடவை வெளியிடத்திற்கு அழைத்துச் சென்றால் அதைப் பல நாள்களுக்குக் கற்பிக்க உதவும். அருகில் உள்ள குளம், நீரோடைகளுக்கு மாணவர்களை அழைத்துச் சென்றால் அங்கிருந்து கொண்டுவரும் நீர்வாழ் உயிரினங்களைக் கொண்டு நீர்வாழ் உயிரினத் தொட்டி அமைத்து பல தடவை பார்த்தும், பரிசோதனைகள் செய்தும் பயன்படுத்தலாம். வெளிப்பயணத்தை, வகுப்பறையில் கற்றல் போதனையை உறுதி செய்துகொள்ளவும் பயன்படுத்தலாம். ஆசிரியர் மாணவர்களுக்கு, நீர்வாழ் தாவரங்களைக் குறித்தோ, பலவித முட்டைகளைப் பற்றியோ, தற்காப்பிற்காகப் பிராணிகள் நிறங்களைப் பயன்படுத்துவது சம்பந்தமாகவோ, மென்மையான தண்டுள்ள தாவரங்களைப் பற்றியோ பாடம் கற்பித்த பின்னர் அவர்கள் இவைகளை நேரில் கண்டு கருத்துகளை உறுதிப்படுத்த விரும்புவார்கள். அப்போது வெளி இடங்களுக்குப் பயணம் செய்தல் பெரும் பயனளிக்கும். ஒரு முறை பார்த்த பொருள்கள் குறித்து வகுப்பறையில் கலந்துரையாடல், புத்தகங்களில் நன்கு படித்த பின்னர் மீண்டும் அவைகளை நேரில் பார்க்கும்போது பயனுள்ள வகையில் நன்கு விளங்கும் 'வகுப்பறையில் படிக்க வேண்டியவற்றை வகுப்பறையில்தான் படிக்கவேண்டும். வெளி இடங்களில் படிக்க வேண்டியதை வெளியில்தான் படிக்க வேண்டும்'. நீண்ட தூரப் பயணங்களுக்கு ஏற்பாடு செய்யும்போது அதற்காகச் செலவாகும் காலம், எடுக்கும் முயற்சிக்குத் தகுதியா? என்பதைச் சிந்தித்துத் தொடங்கவேண்டும்.

பயன்கள்

இது மாணவர்களுக்கு நேரடி அனுபவத்தைத் தருவதுடன் வகுப்பறைப் போதித்தலின் பயனைப் பெருக்குகிறது. மாணவர்கள் பண்ணைகள், தோட்டங்கள்போன்ற இடங்களுக்குப் பயணம் சென்று வரும்போது பள்ளி வாழ்க்கை வெளி உலகத்தோடும், சமுதாயத்தோடும் இணைக்கப்படுகிறது. வெளியில் சென்று நேரில் காணும் போதும், கேட்டறியும்போதும் கற்றவற்றைப் பயன்படுத்தும் சந்தர்ப்பம் ஏற்படுகிறது. இது மாணவர்களிடையே திட்டமிடுதலையும் கூட்டுப்பணி புரிதலையும் வளர்க்கிறது. அருங்காட்சியகத்திற்குத் தேவையான பொருள்களைச் சேகரிக்கவும், அவைகளைப் பாதுகாக்கவும் வாய்ப்பை ஏற்படுத்துகிறது. வெளிப்பயணம் மாணவர்களுக்கு மகிழ்ச்சியைத் தருவதோடு பொருள்களை இயற்கைச் சூழ்நிலையில் காண்பதால் அதனைப்பற்றி உண்மையான கருத்தும், விரிவான அறிவும் ஏற்படுகிறது. கூர்ந்து கவனிக்கும் சக்தி மாணவர்

களிடையே அதிகமாகிறது. வெளியில் செல்லும்போது மாணுக்கர்களின் வெளியில் சுற்றும் ஆர்வம் நிறைவேறுகிறது. வகுப்பில் விளக்க முடியாத பொருள்களை வெளியில் செல்லும்போது தகுந்த சமயங்களில் ஆசிரியர் நன்கு விளக்கலாம். மாணுக்கர்களின் மனத்தில் உள்ள அருவக் கருத்துகள் உண்மையான வடிவம் ஆக்கப்படுகின்றன. மாணுக்கர்கள் தாவரங்களும், பிராணிகளும் ஒன்றையொன்று சார்ந்து வாழ்தலையும், அதுபோலவே இவைகள் மண்ணையும், தட்ப வெப்ப நிலையையும் சார்ந்து வாழ்தலையும் அறிகிருர்கள். வகுப்பறையில் தொடர்பற்ற துணுக்குகளாகத் தரும் தகவல்களை வெளிப் பயணத்தின் போது, ஒன்ருக பிணைத்து இயற்கையின் தொடர்ச்சியை அறிகிருர்கள். மாணுக்கர்களிடம் மறைந்துள்ள திறமைகள் வெளியாகின்றன. ஒரு கூச்சமுள்ள மாணவன் பாடுவதிலோ, நடிப்பதிலோ திறமையுள்ளவனுக இருப்பான். ஆசிரியரும், மாணுக்கர்களும் கல்வி உலாவின்போது தங்களது குறைகளை மறக்கிருர்கள். கல்வி உலாவின்போது கண்டவை நீண்ட காலம் நினைவில் இருக்கும். இது சிறந்த காட்சி உபகரணமாகும். தாவரம் அல்லது பிராணிகளைப் பற்றிய தலைப்புகளை கூறும்போது உதாரணத்திற்கு மிக அதிகமான அளவில் பொருள்கள் கிடைக்கும். வெளிப்பயணங்கள் பாடப் பொருள்கள்பற்றி முன்னறிவு பெற உதவுவதுடன் நுட்பமாகவும், கூர்மையான முறையிலும் உற்றுநோக்கலையும் வளர்க்கவும் உதவுகிறது. பறவைகள், மரங்கள், பிராணிகள் ஆகியவற்றில் சிறப்பான ஆவலை ஏற்படுத்துகிறது. மாணுக்கர்கள் பெற்ற அறிவை, ஒருமைப்படுத்த உதவுவதோடு, தன் ஊக்கத்தை ஏற்படுத்தி, தானே செயல் செய்வதையும் தூண்டி, சொல்வதை அப்படியே ஏற்றுக்கொள்ளாமல் தானே சுறுசுறுப்பாகச் செயல் செய்ய உதவுகிறது. ஓய்வு நேரத்தைப் பயனுள்ள வகையில் செலவுசெய்யப் பெரிதும் உதவுகிறது.

அறிவியல் கழகங்கள்

(Science Clubs)

பள்ளியில் அறிவியல் பாடம் கற்பித்தலுக்குப் பெருந்துணையாக இருப்பது அறிவியல் கழகமாகும். கற்பித்தலின் அடிப்படைக் கொள்கையே 'வாழ்ந்து கற்றல்', 'செய்து கற்றல்' என்பதாகும். இது அறிவியல் கற்பித்தலில் உண்மையான கூற்ருகும். இளம் மாணுக்கர்களிடத்தில் பொருளைத் தொட்டுப் பார்த்துக் கையாள்வது, பிரிப்பது, இணைப்பது போன்றவைகள் இயற்கையாகவே எழும் செயல்களாகும். ஆனுல், தற்போதைய பாட அமைப்பு இதற்கு வாய்ப்பு அளிக்கக் கூடியதாக இல்லை. சுய கருத்தை வெளியிடவோ, தானுக ஆராய்ந்து பார்க்கவோ, வேறு செயல் திட்டங்களை எடுத்துச் செய்யவோ வகுப்பறைப் பாட வேளையிலும் இதற்கு இடமில்லை.

மாணுக்கர்களின் அடக்கி வைக்கப்பட்டுள்ள மனயெழுச்சிகளை வெளியிடவும், நன்முறையில் ஆக்கப் பணியில் பயன்படுத்தவும் சில அமைப்புகள் இயற்கையாகத் தேவைப்படுகின்றன. அறிவியல் கழகம் போன்ற இவ்வமைப்பானது மாணுக்கர்களிடம் அறிவியல் மனப்பான்மையை வளர்ப்பதோடு அறிவியலிலும் அறிவியல் செயல்களிலும் ஆர்வத்தையும், கவர்ச்சியையும் வளர்க்கிறது. இவை மாணுக்கர்களின் மனவெழுச்சிகளையும், உள் தூண்டுதலையும் திருப்தி செய்வதோடு, முழுமை பெற்ற ஆளுமையும் ஏற்படுத்த உதவுகிறது. வகுப்பறை மற்றும் ஆய்வகப் பணிகளுக்கும் அறிவியல் கழகம் பெரிதும் ஈடு செய்யும் வகையில் உதவுவதோடு, பாடத் திட்டத்தையும் செயல்முறையில் நிறைவேற்ற உதவுகிறது. அறிவியல் கழகத்தின் வழியாக அறிவியல் கருத்துகளை அறிந்து கொள்வது மிகவும் மகிழ்ச்சி உண்டாக்கக் கூடிய ஒன்றாகும்.

அறிவியல் கல்வி வளர்ச்சிக்கு இரஷ்யா, அமெரிக்கா போன்ற நாடுகளில் அறிவியல் கழகம் பெரும் பங்காற்றியுள்ளது. நம் நாட்டிலும் தேசியக் கல்வி மற்றும் ஆராய்ச்சி, பயிற்சிக் கழகம், பள்ளியில் அறிவியல் கழகம் ஏற்படுத்த மான்யம் வழங்கி ஊக்குவித்துள்ளது.

அறிவியல் கழகங்கள் நன்முறையில் செயல்படக் கீழ்க்காணும் ஏதுக்கள் முக்கியப் பங்கேற்கின்றன. அவை: 1. அறிவியல் ஆசிரியர், 2. இடவசதி, 3. தேவையான துணைக்கருவிகள், 4. ஆசிரியருக்குச் சரியான மேலாண்மை உதவி (guidance) போன்றவையாகும்.

ஆசிரியர்

அறிவியல் கழகச் செயல்களின் வெற்றி தோல்வி இவரையே சார்ந்துள்ளது. இவரது உற்சாகம், கூர்மதி, நுண்ணியல் திறமை ஆகியவை இவற்றின் வெற்றிக்கு வெகுவாக உதவும். இதற்கு ஆசிரியரும் நன்முறையில் ஊக்குவிக்கப்படலாம்.

இடவசதி

இது மிகவும் முக்கியமான ஏதுவாகும். அருங்காட்சியகம், மீன் தொட்டி போன்றவற்றில் நீர்வாழ் பிராணிகளை வளர்த்தல், நிலவாழ் பிராணிகளை வளர்த்தல் போன்ற உயிரியல் கழகச் செயல்களுக்கு அதிக இடவசதி தேவைப்படும்.

கருவிகள்

அறிவியல் கழகச் செயல்கள், தடங்கள் இன்றி நன்முறையில் நடைபெறச் சில கருவிகளும் அவசியமாகும். சொந்தமாகத் துணைக்

கருவிகள் செய்வதற்குச் சில கருவிகளும், உயிரியல் கழகம் போன்ற சிறப்பு அறிவியல் கழகங்களுக்கு இவை மிகவும் தேவைப்படும்.

மேலாண்மை உதவி

அறிவியல் ஆசிரியரும், மாணுக்கர்களும் நல்ல முறையில் வழி காட்டப்படல் வேண்டும். இக் கழகத்தின் அமைப்பு, நோக்கம், என்ன செய்ய வேண்டும், எவ்வாறு செய்வது போன்றனவற்றை நன்கு அறிந்திருக்க வேண்டும்.

அறிவியல் கழகத்தின் நோக்கங்கள்

பள்ளியில் அறிவியல் கழகம் தொடங்குவதற்கு முன்னர் ஒவ்வோர் அறிவியல் ஆசிரியரும் அதன் நோக்கத்தை வரையறுத்துக் கொண்டால், அந்நோக்கம் நிறைவேறும் வகையில் நன்முறையில் செயலாற்ற முடியும். அறிவியல் கழகத்திற்குப் பொதுவான சில நோக்கங்கள் வருமாறு :

1. மாணுக்கர்களிடம் அறிவியல் மனப்பான்மை உருவாக்கவும், அறிவியல் முறையில் பயிற்சி பெறவும் வாய்ப்பு ஏற்படுத்த வேண்டும்.

2. அறிவியல் பொழுதுபோக்குகளில் கவர்ச்சியை ஏற்படுத்துதல்.

3. எதையும் நுணுகி ஆராய்ந்து, புதியனவற்றை உண்டாக்குதல், கண்டுபிடித்தல் போன்ற துறைகளை வளர்த்தல்.

4. நல்ல காரணத்திற்காக மாணுக்கர்களிடையே போட்டி மனப்பான்மையை உண்டாக்குதல்.

5. மாணுக்கர்கள் வகுப்பறையில் கற்ற அறிவியல் கருத்துகளை வாழ்க்கைச் சூழ்நிலையில் பயன்படுத்துதல்.

6. உற்றுநோக்கலை நன்முறையில் செய்யப் பயிற்சி அளித்தல்.

7. பொதுவாக மக்களுக்கும், சிறப்பாக மாணுக்கர்களுக்கும் அறிவியல் எண்ணத்தை வளர்த்தல்.

8. புதிய அறிவியல் கண்டுபிடிப்புகள், அவற்ருல் மக்களுக்கு ஏற்பட்டுள்ள பயன்கள் இவைகளை அறியச் செய்தல்.

9. மாணுக்கர்களைக் கூட்டாகச் சேர்ந்து பணிபுரியும் பண்பை வளர்த்தல்.

10. மாணுக்கர்கள் வகுப்பறையில் கற்ற அறிவியல் கருத்துகளை வாழ்க்கைச் சூழ்நிலையில் பயன்படுத்துதல் போன்றவைகளாகும்.

அறிவியல் கழக அமைப்பு

ஒவ்வோர் அறிவியல் கழகத்திற்கும் சில விதிமுறைகள் அமைத்து அவற்றை உறுப்பினர்கள் நன்முறையில் கண்டிப்பாகப் பின்பற்ற வேண்டும். பள்ளித்தலைவர் அதன் தலைவராகவும் அறிவியல் ஆசிரியர் அதன் அமைப்பாளராகவும் இருக்கவேண்டும். அறிவியல் கழகம் நன்முறையில் செயலாற்ற எல்லா வகையான வசதிகளையும், ஒத்துழைப்பையும் அனைவரும் நல்க வேண்டும். அமைப்பாளர் அறிவியல் கழகத்தின் ஆலோசகராக இருந்து நன்முறையில் இயங்க வகை செய்கிறார். அவரது திறமைக்கு ஏற்றவாறும், காட்டும் உற்சாகத்திற்கு ஏற்றவாறும் இக்கழகம் பயனுள்ள துறைகளில் பணிபுரியும். ஆசிரியர் மாணாக்கர்களுக்குத் துணையாகவும் வழிகாட்டியாகவும் இருந்து உதவுகிறார். அறிவியல் கழகத்தின் செயல்களைச் சிறந்த, உயர்வான நிலையில் இருக்குமாறு அமைத்தல், மாணாக்கர்கள் சுறுசுறுப்பாகவும், ஆர்வத்துடனும் செயலாற்றல் ஆகியவை அவரைப் பொறுத்தே அமைகின்றன. எனவே, அவர் அறிவு முதிர்ச்சி பெற்றவராகவும், கல்வியில் அனுபவம் உடையவராகவும் இருத்தல் அவசியம். ஒவ்வோர் அறிவியல் கழகமும் ஒரு செயற்குழுவை அமைத்து அதற்குத் தலைவர், செயலாளர், துணைச் செயலாளர், பொருளாளர், நூலகர், சேமிப்பு அறைப் பொறுப்பாளர், விளம்பர அலுவலர் மற்றும் வகுப்புகளின் பிரதிநிதி ஆகியோரை மாணாக்கர்களிடமிருந்தே தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும்.

மாணவத் தலைவர் அறிவியல் கழகத்தின் எல்லாக் கூட்டங்களுக்கும் தலைமை வகிப்பார். அறிவியல் கழகத்தின் எல்லா நடவடிக்கைகள் குறித்தும் பதிவு செய்தல், விருந்தினர்களை அழைத்தல், மற்றும் அறிவியற் கழகக் கடிதப் போக்குவரத்து ஆகியவற்றைச் செயலாளர் கவனிக்க வேண்டும். பணச் சம்பந்தமான விஷயங்கள் பொருளாளரின் பொறுப்பாகும். துணைச் செயலாளர், செயலாளருக்கு உதவுவதோடு, செயலாளர் இல்லாதபோது அவரது செயல்களையும் மேற்கொள்ளுவார். நூலகர் தமது வழக்கமான நூலகப் பொறுப்பை வகிப்பார். இருப்புப் பொருள் பொறுப்பாளர் பொருள்களின் இருப்புப் பற்றிய பதிவேடுகளைக் கவனிக்க வேண்டும். பல வழிகளின்மூலம், கழகத்தின் செயல்களை விளம்பரம் செய்தல், விளம்பரப் பொறுப்பாளரின் பணியாகும்.

அறிவியல் கழக உறுப்பினர்களாக ஆக வேண்டுமென மாணாக்கர்களை வற்புறுத்திச் சேர்க்கக்கூடாது. அதோடு அறிவியல் மாணாக்கர்கள் மட்டுமே உறுப்பினர்களாகச் சேரவேண்டும் எனத் தடையும் இருக்கக்கூடாது. பள்ளியில் பயிலும் எல்லா மாணாக்கர்களுக்கும்,

சேர வாய்ப்பு அளிப்பதோடு, தானுக விரும்பி வந்து சேரும் வகையில் அமைக்கவேண்டும். உறுப்பினர்களிடமிருந்து ஒரு குறைந்த அளவு சந்தா வசூலிப்பதோடு, வேறு வகையில் அறிவியல் கழகத்தின் நிதிநிலையைப் பெருக்க முயற்சிகள் எடுக்கவேண்டும். அறிவியல் கழகத்தைத் தொடக்குவதற்கு, முதலில் தாற்காலிகமாகச் சிலரை நியமித்துத் தேர்தலை நடத்தவேண்டும். இவ்வாறு தாற்காலிகமாக அமைக்கப்பட்ட மாணவர் குழு, அறிவியல் கழகத்தின் விதிமுறைகளை உறுப்பினர்களைச் சேர்க்கும் முன்னரும், பொறுப்பாளர் தேர்வு நடத்துவதற்கு முன்னரும் செய்யவேண்டும். அறிவியல் கழகத்தின் விதி முறையானது கீழ்க்காண்பவை குறித்துத் திட்டவட்டமான விதிமுறைகளும் விளக்கங்களும் கவனம் பெறல் வேண்டும்.

1. அறிவியல் கழகத்தின் பெயர், அதன் நோக்கம்.
2. உறுப்பினர் ஆகுதற்குரிய தகுதியும், முறைகளும்.
3. கழகத்தின் நிதியை அபிவிருத்தி செய்வதற்கான வழிகள்—உறுப்பினர் சந்தா தொகை மற்றும் ஏனைய முறைகள்.
4. குறிப்பிட்ட பருவத்தில் நடத்தப்பட வேண்டிய கூட்டங்களின் எண்ணிக்கை, இடம், நேரம் ஆகியவை.
5. குழு மேற்கொள்ளப்படவிருக்கும் செயல்கள்.
6. அலுவலகப் பொறுப்பாளர்களை எவ்வாறு தேர்ந்தெடுப்பது, அவர்களது கடமைகள், மற்றும் காலியான இடங்களை எவ்வாறு பூர்த்தி செய்வது.
7. உறுப்பினர்களை வெளியேற்றுவது குறித்து.

அறிவியல் கழகத்தின் சில செயல்கள்

1. ஆண்டுதோறும் அறிவியல் பொருட்காட்சிகளுக்கும், அறிவியல் சந்தைகளுக்கும் ஏற்பாடு செய்தல்.

2. சொந்தமாக, எளிய மூலப் பொருள்களைக் கொண்டு துணைக் கருவிகளைத் தயாரித்தல்.

3. பள்ளி அருங்காட்சியகத்திற்குப் பொருள்களைச் சேகரித்தல்' தேர்ந்தெடுத்தல், பதப்படுத்துதல், அழகாக அடுக்குதல் போன்றவை.

4. அறிவியலோடு தொடர்புடைய இடங்களுக்குக் கல்வி உலா, வெளியிடம் காணல் போன்றவைகளுக்கு ஏற்பாடு செய்தல்.

5. அறிவியல் பொழுதுபோக்கிற்காகச் சில பொருள்களைச் செய்தல்.

6. அறிவியல் அறிஞர்களை அழைத்துச் சிறப்புச் சொற்பொழிவுகள் நடத்துதல், சொற்போர் நடத்துதல், குறிப்பிட்ட தலைப்பில் எழுதி, தயாரித்துப் படித்தல் போன்றவை.

7. மாதிரிப் பொருள்கள் தயாரித்தல், மாதிரிப்படம், விளக்கப் படம், ஓவியம் வரைதல் போன்றவை.

8. 'அறிவியல் தினம்' கொண்டாடுதல்.

9. பறவைகள், பூச்சிகளைப் பதப்படுத்துதல் போன்றவை.

அறிவியல் கழகத்தின் வகைகள்

அறிவியல் கழகங்களை இருவகைகளாகப் பிரிக்கலாம்:

(1) அறிவியல் சிறப்புப் பாட அறிவியல் கழகங்கள். உதாரணம்: (அ) வானொலிக் கழகம் (Radio Club), (ஆ) நிழற்பட மன்றம், (Photographic Club) போன்றவை.

(2) பொதுவான அறிவியல் கழகங்கள்: உயிரியல் மன்றம் (Biological Club), வேதியியல் மன்றம் (Chemical Society) போன்றவை.

பொதுவாகப் பள்ளிகளில் நடைமுறை அனுபவத்தில் தனிப் பகுதிச் சிறப்புக் கழகங்கள் தொடர்ந்து செயல்படுவதில்லை. எனவே பொதுவான அறிவியல் கழகங்கள் அமைத்தலே சிறந்ததாகும். இதில் ஆர்வம் அதிகமுள்ள மாணாக்கர்களைச் சேர்க்க முடியும். எப்போதும் ஒரு தேவையான எண்ணிக்கையுள்ள மாணாக்கர்கள் இருப்பார்கள் உண்மையான ஆர்வமுள்ள மாணாக்கர்களைத் தேர்ந்தெடுக்கலாம். உயிரியலில் விருப்பமுள்ள மாணாக்கர்கள் பொதுக் கழகத்திலேயேயும் உறுப்பினராக இருந்து அவர்களது விருப்பச் செயலைச் சிறப்பாகச் செய்யலாம். பெரிய பள்ளியாக இருந்தால் சிறப்பு அறிவியல் கழகம் அமைக்கலாம்.

அறிவியல் கழகத்தில் மாணாக்கரின் அளவு (Size of the Club)

அறிவியல் கழகச் செயல்கள் நன்முறையில் நடைபெற அதன் உறுப்பினர்களின் எண்ணிக்கைபற்றிக் கவனிக்க வேண்டியது மிகவும் அவசியமாகும். மிகவும் குறைந்த அளவு உறுப்பினர்கள் இருந்தால் சிறப்பான செயல் பணிகளைச் செய்வது சிரமமாகும். மிக அதிக அளவு உறுப்பினர்கள் இருந்தால், ஆசிரியரோடு தொடர்பு கொள்வது சிரமம் மட்டுமன்றி வகுப்பறைபோல் கட்டுப்பாடுகளும், சட்ட திட்டங்களும் வகுத்து அறிவியல் கழகம் நடத்தப்பட வேண்டியிருக்கும். மாணாக்கர்களின் எண்ணிக்கையானது சுமார் இருபதிலிருந்து இருபத்தைந்து வரை இருக்கலாம் என்பது பல அனுமப்பாளரின் கருத்தாகும். பத்து முதல் பன்னிரண்டு வரை இருந்தாலும்

மிகவும் வெற்றியாக இருக்கும். செயலாற்றும் திறமையும், சுறுசுறுப்பும் இல்லாத அதிக மாணாக்கர்களைவிட உண்மையான ஆர்வமுள்ள சிலபேர்களைக் கொண்டே இயங்குவது சிறந்ததாகும். மிக அதிக அளவில் உண்மையான ஆர்வமுள்ள மாணாக்கர்கள் அறிவியல் கழகத்தில் சேரவிரும்பினால் இரண்டாவது அறிவியல் கழகத்தையும் ஏற்படுத்தலாம்.

அறிவியல் கழகம் கூடும் வேளைகள் (Time for meetings)

அறிவியல் கழகமானது வாரத்திற்கு ஒரு முறையாவது அல்லது மாதத்திற்கு இருமுறையாவது கூட வேண்டும். நீண்ட இடைவெளி யிருந்தால் மாணாக்கர்களின் ஆர்வம் குறைந்துவிடலாம். இடை இடையே சில செயல் திட்டங்களை ஏற்படுத்தி ஆர்வத்தை அணையா மல் பாதுகாக்கலாம்.

அறிவியல் கழக நிகழ்ச்சிகளைத் திட்டமிடுதல் (Planning the Club program)

திட்டமிடும்போது ஆசிரியர் ஆலோசகராகப் பணிபுரிய வேண் டுமேயன்றி அதிகாரியாக இருக்கக் கூடாது. சிறந்த திரைப்படங் களைத் திரையிடுவது, விருந்தினர்களை அழைத்துப் பேசவைப்பது, வெளியிடங்களுக்குச் சென்றுவருவது, சமுதாயத்திற்கு உதவும் சேவைத்திட்டங்கள், பள்ளியில் அறிவியல் தகவல் பலகை பராமரித் தல், அறிவியல் பொருட்காட்சி அமைத்தல், பள்ளித் தோட்டம் அமைத்தல், விலங்குக் காட்சிச்சாலை, பறவைச் சரணாலயம் சென்று வருதல், பூக் கண்காட்சி நடத்துதல் போன்றவை நன்கு திட்ட மிட்டு முன்கூட்டியே செயல்பட வேண்டும்.

நிகழ்ச்சிகள் நடத்தும்போது ஒரே நிகழ்ச்சியை நீண்டநேரம் நடத்துவது தவிர்த்தல் நலம். அறிவியல் கழகம்பற்றிய விஷயங் களை 10 நிமிடம் பேசிய பின்னர் 25 நிமிட நேரம் திரைப்படம் காட்டு வது போதுமானது. 15 நிமிடச் சிறப்புச் சொற்பொழிவுக்குப் பின்னர் 10 நிமிட நேரம் கேள்வி நேரம் ஒதுக்கப்படலாம். மீதி நேரத்தை விருந்தினர்களுக்குக் கழகச் செயல்களை விளக்கும் நிகழ்ச்சியாக அங்கு என்ன செய்யப்படுகிறது என்பதனை விளக்கிக் காட்டலாம். ஒவ்வொரு வாரமும் நடைபெறும் நிகழ்ச்சிகளிலும் மாறுதல் செய்வது மிகவும் அவசியம். ஒரு வாரம் கல்வி உலா எனில் மறுவாரம் சொற்பொழிவு, அடுத்த வாரம் சில செயல்திட்டங்கள் என மாறி மாறிச் செயல்பட வேண்டும். இடை இடையே சில நகைச்சுவை நிகழ்ச்சிகளும் இடம் பெறல் அவசியம்.

தேவையான வசதிகள்

நிர்வாகத்தினரின் ஒத்துழைப்பு மிகவும் அவசியமாகும். கழகச் செயல்களுக்கு நேரம் ஒதுக்குவது, அறிவியற் கழக உறுப்பினரின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்து ஒன்று அல்லது இரண்டு வகுப்பறை ஒதுக்குவது, அறிவியல் துறைத் துணைக்கருவிகள், பொருள்களைப் பயன்படுத்துவது மற்றும் கூடுதலாக ஏற்படும் செயல்களை ஏற்பது போன்றவைகளுக்கு நிர்வாகத்தினரின் அனுமதி அவசியமாகும். அறிவியல் கழகத்தின் ஆலோசகராகப் பணிபுரியும் ஆசிரியரை வேறு தனிப்பட்ட வேலைகளிலிருந்து ஒதுக்கி உதவுவது, கடிதப் போக்குவரத்திற்குத் தேவையான எழுதுபொருள்கள், சிறுதொகை போன்றவைகளைக் கொடுத்து நிர்வாகமானது ஊக்குவிக்க வேண்டும்.

அறிவியல் கழகமும் வகுப்பறைப் போதனையும்

வகுப்பறைப் போதனைக்கு மிகவும் பயனுள்ள சாதனமாக அறிவியல் கழகத்தைப் பயன்படுத்தலாம். இவற்றின்மூலம் அறிவியலைப் போதிப்பது பயனுள்ளதாகவும், பொருள் உள்ளதாகவும் செய்கிறது. அறிவியல் கழகத்தில் மாணுக்கர்களால் செய்யப்பட்ட மாதிரிப் பொருள்கள், மாதிரிப் படங்கள், விளக்கப் படங்கள் மற்றும் துணைக் கருவிகளைப் பாடம் கற்பிக்கும்போது பயன்படுத்தலாம். குறிப்பிட்ட பாட போதனையின்போது அறிவியல் கழகச் செயல்திட்டங்களை மேற்கோள்களாகக் கூறி அவை சம்பந்தப்பட்ட மாணுக்கர்களை அவர்களது செயல் திட்டங்கள் குறித்து விளக்கச் செய்யலாம். பின்னர், வகுப்பில் கலந்துரையாடல் நடத்தலாம். இது பாடத்தில் கவர்ச்சி ஏற்படுத்துவதோடு, ஆர்வத்தையும் ஊட்டக் கூடியதாக இருக்கும். உள்ளூர்ப் பயணம், வெளியூர்ப் பயணங்களை அறிவியல் கழகத்தின் வாயிலாகச் செய்து, வினாப்பட்டியல் கொடுத்து, மாணுக்கர்களை விடை அளிக்கச்செய்து, அவைகளைத் தொகுத்து அவர்களது அனுபவம் மற்றும் முடிவுகளை வகுப்பில் கலந்துரையாடல் மூலம் விளக்கலாம். எல்லாத் தகவல்களையும் பாடத்துடன் இணைத்துப் போதிக்கலாம். இதுபோல் பல செயல்களை அறிவியல் கழகத்தின்வாயிலாகச் செய்து வகுப்பறைப் பாடத்துடன் இணைக்கலாம். பள்ளியில் அறிவியல் கல்வியைப் போதிப்பதில் அறிவியல் கழகங்கள் பெரும் பங்கேற்கின்றன என்பது தற்போது உணரப்பட்டுள்ளது. அறிவியல் சம்பந்தமான பாட இணைச் செயல்களில் (Co-curricular activity) அறிவியல் கழகம் முதுகெலும்பை ஒத்ததாகும். அறிவியல் கழகங்கள் பள்ளிப்படிப்போடு, வெளிஉலகத் தொடர்பையும் மாணுக்கர்களுக்கு ஏற்படுத்துகிறது. வகுப்பறையில் ஆசிரியர் கற்பித்தவையும் செய்துகாட்டிய சோதனையின் கருத்துகளும், அறிவியல் கழகம் பொழுதுபோக்குச் செயல்களில் ஆர்வத்துடன் ஈடுபடும்போது

அதன் உண்மைப் பொருளையும் வாழ்க்கையோடு அறிவியல் கருத்தின் தொடர்பையும் அறிய வாய்ப்பு ஏற்படுகிறது. வகுப்புப்பாடத்தில் செய்யப்படாத சில கவர்ச்சிகரமான சோதனைகளைச் செய்து பார்க்கலாம். அறிவியல் கழகச் சொற்பொழிவுகளில் கலந்து கொள்ளும்போது பேச்சைத் தயாரிப்பதில், சிறந்த பயிற்சி அளிப்பதோடு தன்னம்பிக்கையும், புதிய ஊக்கமும் ஏற்படுகிறது. அறிவியல் கழகத்தில் சுதந்திரமாக அறிவியல் ஆவலை வெளியிட்டும், வகுப்பறைக் கட்டுப்பாடின்றிச் சுதந்திரமாகவும் வேலை செய்கின்றனர். பள்ளிக் கூட்ட நிகழ்ச்சிகளிலும் அறிவியல் கழகங்கள் கலந்து கொண்டு சிறப்பிக்கலாம். தனிச் சிறப்பும், கவர்ச்சியும், கல்வி முக்கியமும் வாய்ந்த பல தலைப்புகளில் பங்கேற்கலாம். பார்வையாளர்களின் விருப்பம், வயது, அனுபவம் ஆகியவற்றை மனத்தில் கொண்டு பல செயல்களையும் நிகழ்ச்சிகளையும் அறிவியல் கழகத்தின் வாயிலாகச் செய்து உதவலாம்.

நினைவுத் துணைக்கருவிகள்

(Memory Aids)

சில முக்கிய அறிவியல் விதிகளையும், கருத்துகளையும், பண்புகளையும் மாணுக்கர்கள் நினைவில் நிறுத்த, எளிமையும் கவர்ச்சியுமான முறைகளையும் கையாளலாம். நினைவில் வைக்கவேண்டிய பொருள்களுடன் தொடர்புடைய வார்த்தையாகவோ, சொற்ருெடராகவோ பொருளற்ற வார்த்தையாகவோ அவை இருக்கலாம். ஆசிரியர் தமது அனுபவத்தின் அடிப்படையாலும், ஆர்வத்தாலும் இவைகளைப்போன்ற சில துணைச்சாதனங்களை உருவாக்கலாம். மாணுக்கர்களையும் இவ்வாறு உருவாக்குமாறு ஊக்குவிக்கலாம். எடுத்துக்காட்டாக, உயிரினங்களின் முக்கியக் குணுதிசயங்களைப்பற்றி நினைவில் வைக்க ஆங்கிலத்தில்

Movement — இடப்பெயர்ச்சி

Excretion — கழிவு மண்டலம்

Reproduction— இன விருத்தி

Respiration — சுவாசித்தல்

Irritability — தொடு உணர்ச்சி (நரம்பு மண்டலம்)

Nutrition — உணவு மண்டலம்

Growth — வளர்ச்சி

இவைகளை நினைவில் வைக்க MERRING என்பதைச் சுருக்கமாக வைத்துக் கொள்ளலாம்.

இதயத்தில் இட ஆரிக்கிளுக்கும், இட வென்ட்ரிக்கிளுக்கும் இடையே உள்ளது ஈரிதழ் வால்வாகும். இதனை எளிதில் நினைவு கூர இட ஆரிக்கள், இட வென்ட்ரிக்கிள் - ஈரிதழ் வால்வு - இ, ஈ என்பதனைக் கொண்டு நினைவுகூரலாம்.

அறிவியல் ஈடுபாட்டுக் கலைகள்

(Scientific Hobbies)

அறிவியல் கற்பித்தலின் முக்கிய நோக்கங்களில் ஒன்று மாணாக்கர்களின் திறன்களுக்கு ஏற்ப அவர்களது ஓய்வு நேரத்தைப் பயனுள்ள வகையில் பயன்படுத்துவதாகும். ஒவ்வொருவருக்கும், ஒன்றில் ஆர்வம் தனித்திறமை போன்றவை இருக்கக்கூடும். இத் தனித் திறமைகள் ஓய்வு நேரப் பொழுதுபோக்குகளில் வெளியிடப் படுகின்றன. மாணாக்கர்களது ஆவலானது பூர்த்தி செய்யப் பட்டு, அதனால் மகிழ்ச்சியும் பெற வேண்டும் என்பதைக் கல்வியாளர்கள் பெரிதும் விரும்புகின்றனர். இதற்குப் பள்ளியும், வீடும் பெருமளவு உதவ வேண்டும். இவ் ஓய்வு நேரச் செயல்கள் மாணாக்கர்களின் விளையாட்டு, வியப்பூக்கம், குழு ஊக்கம், திரட்டூக்கம், பார்த்துச் செயல், கட்டூக்கம் போன்ற பலவகைப்பட்ட மனவெழுச்சிகளை வெளியிடப் பெரிதும் உதவுகிறது. அறிவியலை அடிப்படையாகக்கொண்ட பல ஈடுபாட்டுக் கலைகள் இன்று நாளுக்குநாள் பரவி வருகின்றன. எனவே, இதனை அறிவியல் கற்பித்தலில் உரிய இடத்தில் இணைத்து ஊக்குவிக்கலாம். ஓய்வு நேரத்தைப் பயனுள்ள முறையில் பள்ளிப் பருவத்திலும், பிற்கால வாழ்க்கையிலும் பயன் படுத்த இது பயிற்சி அளிக்கிறது. குறுகிய வேலை நேரமும், நீண்ட விடுமுறையும், ஓய்வு நேரத்தை ஒரு பிரச்சினையாக ஏற்படுத்தியுள்ளன. மனத்திற்குத் திருப்தி அளிக்கும் ஈடுபாட்டுக் கலைகளில் மாணாக்கர்கள் ஈடுபடும்போது காலம், எண்ணம் மற்றும் வேறு செயல்கள் மனத்தில் தோன்றுவதில்லை. மாணாக்கர்கள் எப்பொழுதும் பயனுள்ள உற்பத்தியை அடிப்படையாகக் கொண்ட செயல்களில் ஈடுபடப் பெரிதும் ஆர்வம் கொண்டு இருப்பார்கள். திறமையும், மதிநுட்பமும், ஆற்றலும் உள்ள ஆசிரியர், மாணாக்கர்களிடமுள்ள புத்துணர்ச்சியையும், ஆவலையும் பயன்படுத்திப் பயனுள்ள பொழுது போக்குச் செயல்களை அவர்களுக்கு அறிமுகப்படுத்தலாம். சில செயல்களின் உபயோகம் குறித்து மாணாக்கர்கள் நன்கு உணர்ந்து விடுவார்களே யானால் தங்கள் நேரத்தோடு சிறிதளவு பணம் அதற்குச் செலவானாலும் அதற்கும் தயங்கமாட்டார்கள். அறிவியலை அடிப்படையாகக் கொண்ட பொழுதுபோக்குச் செயல்கள் ஏராளம். எனவே எளிய, பயனுள்ள, செலவு அதிகம் பிடிக்காத சில செயல்களை முதலில் தொடங்க ஆரம்பிக்கலாம். காட்சிப் பொருள்களைச்

சேகரித்தல், படத்தொகுப்பு தயாரித்தல் (Album), பொம்மைகள் செய்தல், சோப்பு தயாரித்தல், இங்க் தயாரித்தல் ஆகியவற்றில் மன மகிழ்ச்சியும், கிளர்ச்சியும் அடைகின்றனர். கலை உணர்ச்சியானது படம் வரைதல், வண்ண ஓவியம் தீட்டுதல், பாடுதல், கலைநிகழ்ச்சி களில் பங்கு கொள்ளல் மூலம் மன நிறைவு அடைகின்றனர். கல்வி பயணங்கள் செல்லும்போது பயண ஆவல் பூர்த்தியாவதோடு அனுபவமும் அறிவும் பெறுகின்றனர். மாணுக்கர்கள் ஓய்வு நேரத்தை நன்முறையில் செலவழிக்காவிடில் அவர்களது மனதில் பல தவருன எண்ணங்கள் புகுந்து விரும்பத்தகாத செயல்களில் ஈடுபட ஆரம்பித்து விடுவார்கள். எனவே அவர்களது விருப்பத் திற்குகந்த சில வேலைகளை ஓய்வு நேர பணிகளாகக் கொடுக்கலாம். சில முக்கிய அறிவியல் பொழுதுபோக்குகளாவன:

1. எளிய பொருள்களைக் கொண்டு அறிவியல் துணைக்கருவி களைத் தயாரித்தல். உதாரணம்: வளர்ச்சிமானி போன்றவை.

2. முயல், நாய், கிளி, போன்ற செல்ல பிராணிகளை வளர்த்தல்.

3. மீன் தொட்டி போன்ற நீர்வாழ் உயிரியல் காட்சியகமும் (Aquarium), நிலவாழ் பிராணிகளையும் (Vivarium) வளர்த்தல்.

4. தோட்டம் அமைத்தல் (Gardening).

5 நிழற்படமெடுத்தல் (Photography).

6. தாவரங்கள், பிராணிகளைச் சேகரித்தலும், பதப்படுத்தி பாதுகாத்தலும்.

7. மாதிரிப் பொருள்கள் செய்தல்.

8. படம் வரைதலும், வண்ணப்படம் தீட்டுதலும்.

9. மாதிரிப் பொருள்களைச் சேகரித்தல்.

10. அறிவியல் சம்பந்தமான நூல்களைப் படித்தல்.

11. அருங்காட்சியகத்தை பராமரித்தலும், பொருட்காட்சி நடத்துதலும்.

12. சொற்பொழிவுப் போட்டி, கட்டுரைப் போட்டி, நாடகங் களில் பங்கு பெறுதல்.

13. சமூக சேவையில் ஈடுபட்டு முதலுதவி செய்தல், கிராம மக்களின் சுகாதார அபிவிருத்திக்கு உதவுதல்.

14. இயற்கைப் படத்தொகுப்பு : இந்த ஏட்டில் இயற்கை சம்பந்தமான படங்கள், தாவரங்கள், பூக்கள், காய் கனிகள்,

பூச்சினங்கள் ஆகியவற்றின் படங்கள், வாழ்க்கை வரலாறுகள், தோட்டத்தின் பலவகை நிழற் படங்கள் ஆகியவற்றைத் தொகுத்து வைக்கலாம். இவைகள் சிறந்த பொழுதுபோக்காகும்.

கற்பித்தலுக்கானப் பொருளைத் தயாரித்தல்
(Preparation of Teaching Materials)

இது ஆசிரியரின் கற்பிக்கும் திறன் அதிகரிக்கவும், மாணுக்கர் களுக்கு கற்றலால் விளையும் பயன் பெருகவும் உதவக்கூடிய ஒரு சாதனமாகும். கற்பித்தலுக்கு உதவும் பாட நூல்கள், ஆசிரியர் கையேடு, பாட திட்ட நூல்கள், மூல நூல்கள்போன்றவை கற்பித்தல்-கற்றல் செயலில் முக்கிய இடம் பெறுவதுடன் ஆசிரியரின் கற்பிக்கும் செயலை, திறமையாகவும், பயன் உள்ளதாகவும், சிறந்த முறையிலும் செய்யவும் உதவுகிறது. இதனைத் தயாரிக்கையில் ஆசிரியர் பாடப் பொருள் குறித்து பலவாறு ஆழ்ந்து சிந்திக்கவும், பலவகைத் தொடர்புடைய நூலின் கருத்தைத் திரட்டி தனது நூலறிவைப் பெருக்கவும் ஏதுவாகிறது. மாணுக்கர்களின் முன்னறிவோடு தொடர்பு ஏற்படுத்தி, அவர்களது சிந்தனையைக் கிளறி, புதிய கருத்தை நன்முறையில் கற்பிக்க இக்கற்பித்தலுக்கான சாதனங்கள் பெரிதும் தேவைப்படுகின்றன. இதில் ஆசிரியர், தான் கற்பிக்க விழையும் கருத்துக்களை முறைப்படுத்தி, பல பகுதிகளாகப் பிரித்து கருத்துக்களை கோவையாக்கி கற்பிக்கிருர். மாணுக்கர்களின் அறிவு பலவகையிலும் பெருகி, கல்வியின் நோக்கம் நிறைவேற இவை உதவுகின்றன. வகுப்பு அறை போதனையோடு, பல தொடர்புடைய மேற்கோள் நூல்களைக் கற்பதாலும் கற்றனவற்றை பலவாறு சோதனை களால் மதிப்பிடப் படுவதாலும் மாணுக்கர்கள் கற்றலில் நல்ல தேர்ச்சியை அடைகின்றனர்.

இன்று அறிவியல் போன்ற கல்வியின் எல்லாத் துறைகளிலும் அறிவானது நாளொரு மேனியும் பொழுதொரு வண்ணமுமாக விரைவாக வளர்ந்து வருகிறது. இதன் பயனுக பலவித மாற்றங்கள் அறிவியல் கொள்கைகளில் கூட ஏற்பட்டுக் கொண்டு இருக்கின்றன. ஆசிரியர் வகுப்பில் கற்பிப்பதற்கும், கற்பிக்கப்பட வேண்டியதற்கும் இடையே நீண்ட இடைவெளியானது ஏற்படுகிறது. கற்பித்தலுக் கானப் பொருள்களை ஆசிரியர் தயாரிக்க முற்படுகையில் இவ்விடை வெளியானது குறைக்கப்படுகிறது. வகுப்பறையில் கற்பிக்கப்படும் பல கருத்துக்கள், தேவையான அளவு இல்லாததோடு, காலத் திற்கு ஒவ்வாத கடந்தகால கருத்தாகவும் இருக்கின்றன. உயிரியல் மற்றும் சமுக அறிவு பாடங்களில் புதிய கண்டுபிடிப்புகளின் வாயி லாக பழைய கொள்கைகளை மீண்டும் சிந்தித்து தேவையான மாற்

றங்களைச் செய்யவேண்டிய சூழ்நிலைகளும் ஏற்படுகின்றன. பள்ளிப் பாடப் பொருள்களில் இம் மாற்றங்கள் முக்கியமாகச் செய்யப்பட வேண்டியது அவசியமாகும். கல்வியின் பின்தங்கிய நிலைக்கு காரணம் பாடப் பொருள்கள் மட்டுமன்று. அதனோடு கற்பிக்கும் முறையும் மதிப்பீட்டு முறையுமாகும். எனவே இவைகள் ஆசிரிய ருக்கு பாடத்துறையில் ஏற்பட்டுள்ள வளர்ச்சிகள், கற்பித்தல் சம்பந்தமான புதிய முறைகள், மதிப்பீட்டு முறைகள், போன்றவை களைக் கற்பித்தலுக்கான சாதனங்களின் வழியாக உதவவேண்டும் என்பதன் அவசியத்தை வலியுறுத்துகின்றன. ஆசிரியர்களுக்கு சிறந்த போதனை சாதனங்கள் தயாரித்து உதவ வேண்டியதன் பிரி தொரு காரணம், அண்மைகால கண்டுபிடிப்புகளையும், தகவல்களை யும் கொண்ட முன்னேற்ற மடைந்த தரமான நூல்களைக் கொண்ட நூல் நிலையம் நமது பெரும்பாலான பள்ளிகளில் இல்லாததால் ஆசிரி யர்கள் தங்கள் பாட அறிவை இன்றைய நிலை வரை (up-to-date) உயர்த்திக்கொள்ள முடியாததும் ஆகும். நூல் நிலையத்தைத் தேவை யான அளவுக்குப் பெருக்க பொருளாதாரமும் இடம் கொடுப்பதில்லை. ஒவ்வொரு பள்ளிக்கும் சிறந்த ஒருநூல் நிலையம் வர சிலகாலமாகலாம்.

நமது நாட்டில் பொதுவாகப் பயன்படுத்தப்படும் துணைக்கருவி பாட நூலாகும். மாணுக்கர்களைப் பொறுத்த வரையில் இது கற்றலுக்கான முக்கிய சாதனமாகும். இதனுடன் வேறுபல சாதனங் களையும் (Materials) பயன்படுத்துவது அவசியமானதும் முறை யானதுமாகும். ஆசிரியருக்கு பாட நூல்கள் மட்டும் போதுமானதா? என்பது சிந்திக்கப்பட வேண்டிய ஒன்றாகும். பாட நூல்கள் எவ் வளவு சிறந்ததாக அமையினும் பாடப் பொருளையோ, பாடத்திட்டத் தையோ, ஈடுசெய்ய பாடநூல்கள் மட்டும் போதாது என்பதே பல ஆசிரியர்களின் கருத்தாகும். பாடப் பொருள்கள், கற்பிக்கும் முறை, மதிப்பிடும் முறைக் குறித்து, ஆசிரியருக்கு உதவும் குறிப்புகளைக் கொண்ட கல்வி ஏற்பாடு வழிகாட்டி நூல்கள் (Curriculum guide), ஆசிரியர் கையேடு (Teachers Hand book) போன்றவை பாட நூலோடு வழங்கப்படல் வேண்டும். பள்ளி, உயிரியல் பாடத்திற் கான, போதனை பகுதிக்கு (Teaching Unit) ஏற்றவாறு போதனை சாதனங்கள் தயாரிப்பது ஆசிரியருக்குத் தேவையான ஒன்றாகும்.

பாடத் திட்டத்திலுள்ள, பல கற்பித்தலுக்கான பகுதிகளிலிருந்து, கற்பித்தலுக்கானப் பாடப் பொருள்கள், ஆசிரியரால் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகின்றன. ஆனால் இவை விரிவாகவும், விளக்கமாக வும், குறிப்பிட்ட வகுப்பிற்கான பாடப் பொருளைச் சரியாக அமைத் துக் கொள்ளும்படி, மேற்கோள்களைக் கொண்டும், பாடத்திட்டத் தின் எல்லையைக் குறிப்பதாகவும் இராது. ஆனால் கற்பித்தலுக்காக

தயாரிக்கப்படும் சாதனங்கள் எல்லா அம்சங்களையும் விரிவாகக் கொண்டிருக்கும். இது கற்பிக்கும்போது அடைய வேண்டிய முடிவைத் தெளிவாக விளக்குவதோடு பாடப் பொருளை விரிவாக்கி யும், தொடர்ந்து புரிய வேண்டிய செயல்களுக்கான ஆலோசனை களும் வழங்கப் பட்டிருக்கும். மாணாக்கர்களுக்குப் போதிப்பதைவிட அதிகமான தகவல்களையும் கருத்துக்களைக் கொண்டதாகவும் இருக் கும். இவ்வாறு அதிகப்படியாக வழங்குவது ஆசிரியரின் பாட நூல் அறிவைப் பெருக்குவதற்கும் அவரை, இன்றளவுள்ள நிலை வரை பாடக் கருத்தை அறிந்துகொள்ளச் செய்வதற்குமாகும். இதனால் ஆசிரியர் தனது பாடத்தை நன்முறையில் ஆர்வத் தோடு, விரிவாக கற்பிக்கவும் தேவைக்கு ஏற்றவாறுத் தேர்ந் தெடுத்தும், மாற்றிக் கொண்டும், தனது அன்றாடப் பாடத்தை நன் முறையில் கற்பிக்க முடியும். ஒவ்வொரு கற்பிக்கும் பகுதியும் மூன்று முதல் பத்து வகுப்புகளில் முடிக்கலாம்.

ஒவ்வொரு பாடப் பகுதியும் பல பகுதிகளைக் கொண்டதாகும். அவை: 1 முன்னுரை அல்லது மேல் நோக்கு (Introduction or overview), 2. கற்பித்தலின் சிறப்பு நோக்கங்கள் (Specific objectives of teaching), 3. பாடப் பொருள் (Content), 4. கற்பித்தலுக் கான குறிப்புகள் (Teaching hints), 5. மதிப்பீடு செய்தல் (Evaluation), 6. மேற்கோள் நூல் பட்டியல் (Reference books) என்பன வாகும். இதனை ஆசிரியர் பாடப் பொருளின் தேவைக்கு ஏற்றவாறு திருத்தி அமைத்தும், முழுவதுமாகவோ அன்றி பகுதியாகவோ பயன்படுத்தலாம்.

மேல் நோக்கு

பாடத் தலைப்பின் அளவு பற்றிய விரிவான எண்ணத்தை, ஆசிரியருக்கு ஏற்படுத்துவதாகும். குறிப்பிட்ட வகுப்பிற்கு எந்த அளவு விரிவாகவும், விளக்கமாகவும் கூறவேண்டும் என்பதைப் பற்றி வரையறை செய்து கொள்வதாகும். குறிப்பிட்ட பாடப் பகுதியை கற்பிப்பதன் வாயிலாக, விளக்கப்பட இருக்கிற முக்கிய கருத்துக்கள், கொள்கைகளில் அவரது கவனத்தைச் செலுத்தி, போதனைக்கானப் பொருள்களையும், வழிகளையும் வகைப்படுத்து கிறது. முன்னுரையானது பாடப் பகுதியைப் பற்றிய ஒரு மேம்போக் கான கருத்தை ஏற்படுத்தி எவைகளை முடிக்கவேண்டும் என்பதைத் தெளிவாக அறிய உதவுகிறது.

கற்பித்தலின் சிறப்பு நோக்கங்கள்

கற்பித்தலின் தெளிவான நோக்கங்களை, ஒவ்வொரு பாடப் பகுதியிலும் வற்புறுத்தப்படல் வேண்டும். இக்குறிப்பிட்ட நோக்கங் களைக் கீழ்க்கண்டவாறு அமைக்கலாம்.

(அ) அறிவைப் பெறுதல் (Aquisition of knowledge)

(ஆ) முக்கிய கருத்துக்களும், விளக்கங்களும் (Major ideas and Understandings).

(இ) அறிவைச் செயல்படுத்துதல் (Application of knowledge)

(ஈ) திறனை வளர்த்தல் (Development of skills)

(உ) மனப்பான்மையை உருவாக்குதல் (Development of Attitudes).

இந் நோக்கங்கள் ஆசிரியர் அடைய வேண்டிய இலக்கை நன்கு வெளிப்படுத்துகின்றன. குறிப்பிட்ட பாடப் பகுதியின் வாயிலாக, பெறக் கூடியவைகளையும் விளக்குகிறது. நோக்கங்களைத் திட்டமிடுகையில், தெளிவான மொழியில் சுருக்கமாக அறிவிப்பதோடு மாணாக்கர்களின் நடத்தை மாற்றங்களையும், பாடப் பொருளையும் கவனத்தில் கொள்ளவேண்டும்.

பாடப் பொருள்

இது பாடப் பகுதியின் முக்கிய பகுதியாகும். சிறப்பு நோக்கங்களை அடைய ஆசிரியர் பயன்படுத்தும் பலவகைப் பாடப் பொருள்களும் இதன்கண் அடங்கும். பாடப் பொருளைத் தேர்ந்தெடுக்கையில் கீழ்க்கண்ட அடிப்படை பண்புகளை நினைவில் கொள்ள வேண்டும்.

(அ) பாட நூலில் உள்ள பாடப் பொருளுக்கு அதிகமாக உதவுவது.

(ஆ) தகவல்களை இன்றைய அளவு நிலைக்கு வழங்குவது.

(இ) ஆசிரியரின் கருத்து வளத்தை அதிகரிப்பது.

(ஈ) குறிப்பிட்ட பாடப் பகுதியின் பாடப் பொருளை விரும்பிய வாறு அமைத்துக் கொள்ள வகை செய்வது. சிறப்பு நோக்கங்கள் வளர பாடப் பொருளானது முக்கிய கருத்துக்களையும், நோக்கங்களையும் பின்னி அமைக்கப்படல் வேண்டும்.

கற்பித்தலுக்கான குறிப்புகள்

பள்ளிக்கு உள்ளேயும், வெளியிலேயும், ஆசிரியர், மாணாக்கர்களால் கற்றலுக்கு உதவக் கூடிய பலவகைச் செயல்களை மேற்கொள்வதைக் கூறுவதாகும். இச் செயல்கள் சிறப்பான குறிக்கோள்களைப் பெற ஊக்குவிப்பனவாகும். சிறந்த கற்பித்தலுக்கு

கையாள வேண்டிய முறைகள், உத்திகளைக் கூறுவதும் இப் பகுதியில் அடங்கும். தேவையான துணைக்கருவிகள், பயன்படுத்தப் படவேண்டிய பொருள்கள், காட்சிக் கேள்வித் துணைக்கருவிகளும் இங்கு குறிப்பிடப்படும். இவைகள் அனைத்தும் ஆசிரியருக்கு வழங்கும் ஆலோசனைகளே யாகும். இவற்றுடன் திறன் மிகு மாணாக்கர்களுக்கென சில தனிவகை செயல்களும் இதில் குறிப்பிடப்படும்.

மதிப்பிடுதல்

மதிப்பீட்டு முறைகளைப் பற்றி குறிப்பிடுவதோடு சில மாதிரி வினாக்களும் இதில் அடங்கும். இம் மதிப்பீடானது குறிப்பிட்ட பாட போதனையின் பாட சம்பந்தமாக கற்பித்த பொருளோடு, அடைந்த அறிவை மாணாக்கர்கள் வேறு புதிய சூழ்நிலையில் பயன்படுத்துதல், புரிந்துக் கொண்டவை யாவற்றையும் இணைக்கும் வண்ணம் பரவி கேட்கப்படுவதாகும். ஒவ்வொரு நோக்கம் குறித்தும் பலப்பல சிறு வினாக்கள் வகுப்பு தரத்திற்கு ஏற்ப கேட்கப்படும். கட்டுரை முறை, சுருக்கமாக விடையளித்தல், மற்றும் புதியமுறை சோதனை வகைகளும் பயன்படுத்தப்படும். வகுப்பறையில் உடனுக்குடன் நினைவு கூறும் வகையில், பெரும்பாலும் தேர்வில் பயன்படுத்தாமல் உள்ள சரியா? தப்பா? உண்டு, இல்லை என்பன போன்ற முறைகளைக் கையாளலாம். கற்பிக்கப்பட்டப் பொருளைப்பற்றி, மாணாக்கர்களின் முன்னேற்றத்தை அறிய பலவகை மதிப்பீட்டு முறைகளும், சோதனைகளும் அமைக்கப் பட்டுள்ளன. இவ்வாறு சோதிக்கும் பயிற்சிகளை பலவகைக்ளில் பயன்படுத்தலாம். முன்னறிவைச் சோதிப்பதற்கும், மீள்பார்வை செய்யவும், வகுப்பறையில் இடை இடையே கேட்கவும், வார இறுதி தேர்விற்கும் இதனைப் பயன்படுத்தலாம். வகுப்பறைப் போதனையில் சில பிரச்சனைகளை வினாவாக எழுப்பி கற்பிக்கவும் பயன்படுத்தலாம். மாதிரிக்கான சோதனைத் தாளும் மதிப்பீட்டிற்கான விடைகள், மதிப்பெண் இடும் முறைகளும் இடம் பெறலாம். இவைகளை மாதிரியாக வைத்து ஆசிரியர் வகுப்பறையில் பயன்படுத்த ஏற்றவாறு மாற்றியும், விரிவாக்கியும், வளர்ச்சி செய்தும் அமைத்துக் கொள்ளலாம்.

மேற்கோள் நூல்கள்

இப் பகுதியில் மேற்கொண்டு பாடப் பொருள் பற்றி அறிய ஆசிரியர்களுக்கும், மாணாக்கர்களுக்கும் மேற்கோள் நூல்கள் கொடுக்கப் பட்டிருக்கும். கற்பித்தலுக்கான பகுதியில் எல்லா விஷயங்களையும் கொடுக்க முடியாது. ஆர்வமுள்ள ஆசிரியர்கள் தாங்கள் விரும்பும் பாடப் பொருள் குறித்து மேலும் அறிய விரும்புவது எதிர்பார்க்கக் கூடியதும், அவசியமானதும், விரும்பத் தக்கதாகும்.

பாடப் பகுதியை பயன்படுத்துதல்

இவ்வாறு கற்பித்தலுக்கான சாதனங்களைத் தயாரிப்பதின் முக்கிய நோக்கம் ஆசிரியர்கள் சுயமாக சிந்திப்பதையோ அல்லது தன் முனைப்பு (Initiative) ஆர்வத்தையோ குறைப்பது அன்று. இது ஆசிரியருக்கு சில யோசனைகளைக் கூறுவதாகும். தேவையான நிலையில் வகுப்பின் சூழ்நிலைக்கு ஏற்றவாறு மாற்றவோ, கூட்டியோ, அல்லது குறைத்தோ செய்துக் கொள்ளலாம். பாடப் பகுதியில் குறிப்பிடப் பட்டுள்ள சில பகுதிகளை மாணக்கர்களுக்குத் தெரிவிக்காமலும் இருக்கலாம். ஆசிரியர் தனது பொருளறிவைப் பெருக்கிக் கொள்ளவும், தேவையானால் திறன்மிகு மாணக்கர்களுக்கு இதனைப் பயன்படுத்தலாம். இதில் குறிப்பிடப்படும் சில செயல்களும் சில ஆசிரியர்களின் சூழ்நிலைக்கு ஒத்து வராமலும் இருக்கக்கூடும். எனவே இதனை அவர்கள் ஏற்ற வகையில் பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம். மதிப்பீட்டு பகுதியிலும் அவ்வாறே செய்யலாம். பாடப் பகுதியில் உள்ளவற்றை வகுப்பு சூழ்நிலைக்கு ஏற்றவாறு மாற்றிக் கொள்வது அனுமதிக்கக் கூடியதும், அவசியமானதும் ஆகும்.

உதாரணம்

மனிதனின் கழிவு மண்டலம்

I. மேல் நோக்கு

உயிரினங்களின் உடலிலுள்ள திசுக்களில் ஆக்ஸிகரணம் ஏற்படுகையில் உடன் விளைவாக சில வேண்டாத கழிவுப் பொருள்கள் உண்டாகின்றன. இவற்றில் சில கழிவுப் பொருள்கள் உடலில் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவைக் கடந்துவிட்டால் நச்சுப் பொருளாக மாறுகின்றன. எனவே உயிர் தொடர்ந்து நீடிக்க வேண்டுமானால் உடலில் ஏற்படும் கழிவுகளையும் அவற்றுடன் சேர்ந்த மற்றத் துணைப் பொருள்களையும் வெளியே அகற்றுதல் மிகவும் அவசியமாகும். இவ்வாறு உடலில் ஏற்படும் கழிவுப் பொருளை வெளியேற்ற உதவும் உறுப்புகள் கழிவு உறுப்புகளாகும். இவை சிறுநீரகங்கள், தோல், நுரையீரல் போன்றவைகளாகும். இவைகளின் மூலமாக சிறுநீர், வியர்வை, கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு போன்ற கழிவுப் பொருள்கள் வெளியேறுகின்றன. இவை திசுக்களிலிருந்து இரத்தத்தின் மூலம், கழிவு உறுப்புகளை அடைந்து, அங்கிருந்து பிரித்தெடுக்கப்பட்டு வெளியேற்றப் படுகின்றன. இரத்தத்திலிருந்து கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு, நுரையீரல் மூலமாகவும், யூரியா, வேறு சில நைட்ரஜன் சம்பந்தமான கழிவுப் பொருள்கள், சிறுநீரகங்கள் வாயிலாகவும், நீரும் வேறு சில உப்புகளும் தோல், சிறுநீரகங்கள், நுரையீரல்கள் வழியாகவும் வெளியேற்றப் படுகின்றன.

பாடப் பகுதியின் குறிப்பிட்ட நோக்கங்கள்

(அ) அறிவைப் பெறுதல்

1. நமது உடல் பல மண்டலங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. ஒவ்வொரு மண்டலமும் ஒரு குறிப்பிட்ட வேலையைச் செய்கிறது. இரத்தத்திலிருந்து கழிவுப் பொருளைப் பிரித்தெடுக்கும் வேலையைக் கழிவு மண்டலம் செய்கிறது.

2. சிறுநீரகம், தோல், நுரையீரல், இரத்தத்தில் ஏற்படும் கழிவுப் பொருளை வெளியேற்றப் பயன்படுகின்றன.

3. கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு, நீர், யூரியா, மற்றும் சில உப்புகள் திசுக்களில் ஏற்படும் கழிவுப் பொருளாகும்.

4. கழிவு உறுப்புகள் பலவகையான கழிவுப் பொருளைப் பிரிக்கும் தன்மையைப் பெற்றுள்ளன.

5. கழிவு உறுப்புகளின் இருப்பிடத்தையும் அமைப்பையும் தெரிந்துக் கொள்ளுதல்.

6. கழிவு உறுப்புகளில் எவ்வாறு கழிவுப் பொருள்கள் பிரித்தெடுத்து வெளியேற்றப் படுகின்றன என்பதை அறிதல்.

7. கழிவுப் பொருள்கள் ஏன் உடலிலிருந்து வெளியேற்றப் படல் வேண்டும் என்பதை அறிதல்.

8. முதுகெலும்பு பிராணிகளின், முக்கிய கழிவு உறுப்பு அவற்றின் சிறுநீரகம் என அறிதல்.

9. சிறுநீரகம், தோல், நுரையீரல் இவற்றைத் தவிர பெருங்குடலும், கல்லீரலும் மனித உடலில் வேலை செய்யும் இதர கழிவு உறுப்புகள் என அறிதல்.

முக்கிய கருத்துக்களும் விளக்கங்களும்

1. கழிவு மண்டலத்தின் பாகங்கள்

   (அ) சிறுநீரகங்கள் :— சிறுநீர் குழாய், சிறுநீர்ப்பை, சிறுநீர் புறவழி.

   (ஆ) தோல்—வியர்வைச் சுரப்பி - வியர்வை நாளம் முதலியன.

   (இ) நுரையீரல்—மூச்சுக்குழல்-மூச்சிக்கிளைக்குழல்-நுண்ணிய காற்றறைகள் முதலியன.

2. உடல் வேலை செய்யும் போதும், திசுக்களில் ஆக்ஸிகரணம் நடைபெறும்போதும் கழிவுப் பொருள்கள் உண்டாகின்றன.

3. கழிவு மண்டலம் என்பது உடலில் ஏற்படும் கழிப் பொருள்களை வெளியேற்றும் உறுப்புகளின் தொகுதியாகும்.

4. சிறுநீரகங்களிலுள்ள ஏராளமான நெப்ரான்கள் இரத்தக் குழாயிலிருந்து, கழிவுப் பொருளைப் பிரித்து, சிறுநீர் குழாய்கள் மூலம் வெளியேற்றுகின்றன.

5. நுரையீரலில் உள்ள காற்று நுண் அறைகளில் வாயுக்களின் இட மாற்றத்தால் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு, நீராவி போன்றவை வெளியேற்றப் படுகின்றன.

6. தோலிலுள்ள வியர்வை சுரப்பிகள், வியர்வை என்ற கழிவுப் பொருளைப் பிரித்து, வியர்வை நாளம் மூலம் வெளியேற்றுகிறது.

7. தோலும் சிறுநீரகமும் ஒன்ருேடு ஒன்று ஒத்துழைத்து வேலை செய்கின்றன.

8. சிறுநீரகங்கள் பழுதடைந்தால் என்ன உண்டாகும் என்பதை அறிதல்.

9. சிறுநீரின் இயைபுகளை அறிதல்.

10. தோல் எவ்வாறு கழிவு உறுப்பாக வேலை செய்கிறது என்பதை அறிதல்.

திறமையை வளர்த்தல்

1. ஒவ்வொரு மாணுக்கர்களையும், சிறுநீரகம், தோல் இவற்றின் குறுக்கு வெட்டுப்படம் வரைந்து, பாகங்களைக் குறிக்கும்படிச் செய்து அவர்களுடைய சித்திரம் வரையும் திறமையை வளர்க்கலாம்.

2. வண்ண பாரிசு சாந்தையும், களிமண்ணையும் கொண்டு கழிவு உறுப்புகளின் அமைப்பை உடைய மாதிரிகள் செய்யும்படிச் செய்யலாம்.

3. மற்ற பிராணிகளின் உடலை அரிந்து அதன் கழிவு மண்டலத்தையும், மனித உடலின் கழிவு மண்டலத்தோடு ஒப்பிட்டறியும் படிச் செய்யலாம். அப்போது அவர்களுடைய சிந்தனையைத் தூண்டும் ஆற்றல் வளர்க்கப்படுகிறது.

4. கோடைகாலத்தில் வியர்வையை அதிகமாகவும், குளிர் காலத்தில் சிறுநீர் அதிகமாகவும் ஏன் வெளியேற்றப்படுகிறது என்பதன் காரணத்தை அறியச் செய்தல்.

5. மீன், தவளை, பறவை, மனிதன், இவற்றில் சிறுநீரகங்கள் எவ்வாறு அளவிலும், வடிவிலும், பல்வேருக அமைந்துள்ளன

என்பதையும், ஆனால் அமைப்பில் அவையாவும் ஒத்தே இருக்கின்றன என்பதை அறியச் செய்தல்.

மனப்பான்மையை உருவாக்குதல்

1. நமது உடலிலுள்ள மற்ற மண்டலங்களோடு, கழிவு மண்டலத்தை ஒப்பிட்டு அது எவ்விதம் மற்ற மண்டலங்களிலிருந்து மாறுபடுகிறது என்பதை அறியும்படிச் செய்தல்.

2. கழிவுப் பொருள்கள் அகற்றப்பட வேண்டியதன் அவசியத்தை உணரச்செய்தல்.

3. தினமும் குளித்து, தோலை அடிக்கடி சுத்தம் செய்யப்பட வேண்டியதன் அவசியத்தை உணரச் செய்தல்.

4. தூய்மையான காற்றைச் சுவாசித்தல், உடற்பயிற்சி, ஓய்வு ஆகியவற்றின் அவசியத்தை அறியச் செய்தல்.

5. உடலின் வெப்பநிலை ஒரே சீராக இருக்க, தோலும், சிறுநீரகமும் எவ்வாறு ஒத்துழைக்கின்றன என்பதை உணரச் செய்தல்.

அறிவைச் செயல்படுத்துதல்

1. ஆட்டின் சிறுநீரகத்தை அரிந்து பாகங்களைக் காணுதல்.

2. ஆட்டின் நுரையீரலை வாங்கி, மூச்சுக் குழல், மூச்சுக் கிளைக் குழல், கிளைச் சிறுகுழல், காற்றுச் சிற்றறைகள் ஆகியவற்றின் அமைப்பைச் சோதித்தறிதல்.

3. வெளியிடும் மூச்சுக்காற்றில், கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு இருத்தலைத் தெளிந்த சுண்ணாம்பு நீரைக் கொண்டு சோதித்தறிதல்.

4. களிமண் அல்லது பிளாஸ்டஸின் ஆகியவற்றைக் கொண்டு சிறுநீரகங்கள், தோலின் நெடுக்கு வெட்டுத் தோற்றம், நுரையீரல் இவற்றின் மாதிரிகளைத் தயாரித்தல்.

பொருளடக்கம்

சிறுநீரகம்

மனிதனின் சிறுநீரகங்கள், வயிற்றறையின் உட்புறம், உதிர விதானத்திற்குக் கீழ், அவரை விதை வடிவத்தில் முதுகு எலும்பிற்கு இருபுறமும் அமைந்துள்ளன. இவை கருஞ்சிவப்பு நிறமாக 10 செ.மீ. நீளம், 6 செ. மீ. அகலமும், 2.5 செ. மீ. தடிப்பும் கொண்டுள்ளன. சிறுநீரகத்தின் உட்புற குழிவான பகுதி ஹைலஸ் (Hilus) எனப்படும். இங்குதான் இரத்தம் வலது, இடது சிறுநீரகத் தமனிகள்

மூலம் சிறுநீரகங்களை அடைந்து, பின்னர் சிறுநீரகச் சிறைகள் மூலம் வெளியேறுகிறது. சிறுநீர் குழாயும் இங்குதான் இணைக்கப் பட்டுள்ளது. சிறுநீர் குழாயின் அகன்ற புனல் போன்ற பகுதி பெல் விஸ் (Pelvis) எனப்படும். இவை சுமார் 35 செ. மீ. நீளமானவை. வயிற்றின் அடியில் உள்ள சிறுநீர் பையை (Bladder) அடைந்து திறக்கின்றன. இப் பையின் உட்சுவர் சிலேட்டும படலத்தால் ஆனது. இது சுருங்கி விரியும் தன்மை கொண்டது.

சிறுநீரகத்தின் அமைப்பு

சிறுநீரகத்தின் நீள வெட்டுத் தோற்றத்தில் வெளிப்பகுதி கார்டெக்ஸ் (Cortex), நடுப்பகுதி மெடுல்லா (Medulla) வாகும். மெடுல்லாவில் சிவப்பான சிறுசிறு இரத்தக் குழாய்கள் கார்டெக்ஸி லிருந்து பெல்விஸை நோக்கி வருகின்றன. மெடுல்லா பகுதியில் தான் உட் குழலான அறைபோல் பெல்விஸ் உள்ளது. மெடுல்லா வில் முக்கோண வடிவில் பிரமிடுகள் (Pyramids) காணப்படுகின் றன. கார்டெக்ஸ், மெடுல்லா பகுதியில் சுமார் ஒரு லட்சம் நெப்ரான் கள் உள்ளன. இவை சிறுநீரகத்தின் முக்கிய அலகாகும். இதன் அமைப்பானது நீண்ட சுருண்ட குழலானது ஒரு முனை மூடியும், மறுமுனை திறந்தும் உள்ளது. கார் டெக்ஸ் பகுதியில் உள்ள மூடிய முனையின் சுவர் விரிவடைந்து இரு அடுக்குச் சுவருள்ள ஒரு கிண் ணம் போல் உள்ளே மடிந்துள்ளது. இதனை பௌமானின் பெட்ட கம் (Bow man's Capsule) என வழங்கப்படும். இரத்தத் தந்துகிகள் சேர்ந்து பின்னிக் கொண்டு ஒரு முடிச்சுப்போல் மடிந்துள்ள பௌ மானின் பெட்டகத்தில் காணப்படும். இது சிறுநீரக முடிச்சு (glomesulus) எனப்படும். இச் சிறுநீரக முடிச்சும் பௌமானின் பெட்டகமும் சேர்ந்து மால்பிஜியன் முடிச்சுறை என்று வழங்கப் படுகிறது.

சிறுநீர் பிரித்தெடுக்கப்படுதல்

உடலின் திசுக்களிலுள்ள புரோட்டின் ஆக்ஸிகரணம் அடை யும் போதும், உட்கொள்ளும் உணவிலுள்ள புரோட்டீன் சீரண மடையும் போதும், அமினோ அமிலங்கள் உண்டாகின்றன. கல்லீரலில் இவ் அமினோ அமிலங்கள் யூரியாவாக மாற்றப்படு கின்றன. சிறுநீரக முடிச்சுகளிலுள்ள இரத்தத்தில் யூரியாவும், வேறுசில உப்புகளும் கலந்துள்ளன. சிறுநீரக முடிச்சுகளிலுள்ள தந்துகிகளின் மெல்லிய சுவர் வழியாக, யூரியாவும், உப்புகளும், நீரும் கலந்த கரைசல் பௌமானின் பெட்டகத்தை அடையும்போது அப்பையின் சுவரில் காணப்படும், மெல்லிய எபிதீலிய சவ்வு, நீரை யும், சில குறிப்பிட்ட உப்புகளையும் பிரித்தெடுக்கிறது. இக்கரைசல் சிறுநீரக சிறுகுழல் வழியாக கார்டெக்ஸ், மெடுல்லாவைக் கடந்து

கடைசியில் பெல்விஸில் வந்து கொட்டுகின்றன. இவ்வாறு குழல்களில் கடந்துவரும் போதே உடலுக்குத் தேவைப்படும் பொருள்களான குளுக்கோஸ், அமினோ அமிலங்கள், வைட்டமின்கள், ஹார்மோன்கள், சோடியம், பொட்டாசியம், கால்சியம் போன்ற தாது அயனிகள், குழல்களின் எபிதீலியச் சுவரால் மீண்டும் உறிஞ்சப்பட்டு, சூழ்ந்துள்ள இரத்தத் தந்துகிகளின் வழியாக சிறுநீரக சிறையை அடைகின்றன. அதிகப்படியான நைட்ரஜன், யூரியா, யூரிக் அமிலம் போன்ற கழிவுப் பொருளைக் கொண்ட சிறுநீர் பெல்விஸிலிருந்து, சிறுநீர் குழாயின் வழியாக, சிறுநீர் பையில் அடைந்து அவ்வப்போது புறவழியின் வாயிலாக வெளியேற்றப் படுகிறது.

சிறுநீரின் இயைபு

1. சிறுநீரில் 96 சதவீதம் நீர் உள்ளது.

2. இது இலேசான அமிலத் தன்மை உடையது.

3. இதில் தாது உப்புகளும் அங்ககப் பொருள்களும் உள்ளன. முக்கியமான அங்ககப்பொருள் யூரியாவாகும். இதைத் தவிர அமோனியா, யூரிக் அமிலம் போன்ற நைட்ரஜன் சம்பந்தமான கழிவுப் பொருள்களும் சிறிய அளவில் காணப்படுகின்றன. யூரிக் அமிலம், சோடியம், பொட்டாசியம், அமோனியா ஆகியவற்றுடன் இணைந்து யூரேட்டுகளாகவும் உள்ளன.

தாது உப்புகளில் சோடியம், பொட்டாசியம், கால்சியம், மக்னீசியம் ஆகியவற்றின் சல்பேட்டுகளும், பாஸ்பேட்டுகளும் உள்ளன. சோடியம் குளோரைடு சிறுநீரில் கரைந்துள்ள தாது உப்புகளில் முக்கியமான பொருளாகும்.

சிறுநீரகத்தின் முக்கிய வேலைகள்

1. இரத்தத்தில் காணப்படும் யூரியா போன்றக் கழிவுப் பொருளைப் பிரித்து வெளியேற்றுகிறது.

2 இரத்தத்தின் கன அளவை நிலையாக வைக்க உதவுகிறது.

3. திசுக்களில் நீரின் அளவை சரிசெய்து காக்கிறது.

4. இரத்தத்தின் காரத் தன்மையைச் சரிவர காக்க உதவுகிறது.

5. நச்சுப் பொருள்களை வெளியேற்ற உதவுகிறது.

தோல்

இது உடலுக்குப் போர்வைபோல் இருந்து பாதுகாப்பளிக்கிறது. இது கழிவு உறுப்பாகவும், உணர்ச்சி உறுப்பாகவும் வேலை

செய்கிறது. வியர்வை என்ற கழிவுப் பொருளை வியர்வை சுரப்பிகளின் மூலமாக வெளியேற்றுகிறது.

அமைப்பு

தோலானது மேல்தோல் எனவும், அடித்தோல் எனவும் இரு வகையாகப் பிரிந்துள்ளது. மேல் தோலின் கீழ்புறமுள்ள அடுக்குகளில் சதுர வடிவமான செல்கள் உள்ளன. இதற்கு மால்பிஜியன் அடுக்கு (Malpigian layer) என்று பெயர். இதிலுள்ள செல்களில் நிறமி (Pigment) என்னும் பொருள் உள்ளது. மேல் தோலில் பல சிறு திறப்புகளும், உரோமக் கால்களும் உள்ளன. வியர்வை இத் திறப்புகளின் மூலம் வெளியேறுகிறது. மேல் தோலில் நரம்புகளும் இரத்தக்குழாய்களும் இல்லை. அடித்தோலில் எண்ணிறந்த வியர்வை சுரப்பிகளும் (Sweat gland), எண்ணெய் சுரப்பிகளும் (Sebaceous glands) உள்ளன. வியர்வை சுரப்பிகள் அடித்தோலின் கீழ் அடுக்கிலும் அதன் அடியிலுள்ள திசுக்களிலும் காணப்படுகின்றன. இச் சுரப்பிகள் சுருண்டு முடிச்சுகள் போல் காணப்படுகின்றன. அவற்றுடன் இரத்தத் தந்துகிகளும் நரம்புகளும் தொடர்பு கொண்டுள்ளன. எண்ணெய் சுரப்பின் நாளங்கள் உரோமக்குழியில் திறக்கின்றன. ஸீபம் என்னும் இச் சுரப்பி, எண்ணெய் போன்ற கொழுப்புப் பொருளைச் சுரந்து, உரோமத்தையும் தோலையும், எண்ணெய் பசையுள்ளதாகவும், மென்மையாகவும் வைக்கிறது. அடித்தோலில் தொடுஉணர்ச்சி நரம்புகள் காணப்படுகின்றன. தோலில் இரத்தக் குழாய் வழியாக அங்குள்ள வியர்வைச் சுரப்பிகள் இரத்தத்திலிருந்து உப்புகள் கலந்த கழிவு நீரைப் பிரித்தெடுத்து வியர்வையாக, வியர்வைத் துளை மூலமாக வெளியேற்றுகிறது.

உடலும் வெப்பநிலையும்

தோலில் வியர்வை வெளியேறுவது உடலின் வெப்பநிலை ஒரே சீராக இருக்க உதவுகிறது. சுற்றுபுற வெப்பநிலை காரணமாகவும், அதிக உழைப்பின் காரணமாகவும் உடலின் வெப்பநிலை உயரும் போது, தோலுக்கு மிகுதியான இரத்தம் செலுத்தப்பட்டு, வியர்வை வெளியேறுகிறது. வியர்வை ஆவியாகும்போது தோல் குளிர்ந்து வெப்பநிலை ஒரே நிலையாக 98.4°F அல்லது 36°C.-ல் வைக்கப்படுகிறது.

தோலும் சிறுநீரகமும்

குளிர் காலங்களில் தோலுக்குச் செல்லும் இரத்தக் குழாய்கள் சுருங்கி, அங்கு செல்லும் இரத்தத்தின் அளவும் குறைந்து, வியர்வை வெளியேறுவதும் குறைகிறது. அப்போது சிறுநீரகத்திற்கு

அதிக இரத்தம் எடுத்துச் செல்லப்பட்டு அதிகமான சிறுநீர் வெளியேறுகிறது. யூரியா போன்ற கழிவுப் பொருள்கள் வெளியேறுவது கோடையிலும், குளிர்காலத்திலும் சமமாகவே உள்ளன. இவை ஒன்றோடு ஒன்று ஒத்துழைத்து உடல் வெப்பநிலை மாறாது காக்க உதவுகிறது.

தோலின் வேலைகள்

1. தோல் கழிவு உறுப்பாக வேலைசெய்து, நீரையும் சில உப்புகளையும் வெளியேற்ற உதவுகிறது.

2. உடலின் வெப்பநிலையை ஒழுங்குபடுத்தி, ஒரே சீராக காக்க உதவுகிறது.

3. உடலை போர்வைபோல் போர்த்தி உள்ளுறுப்புகளைப் பாதுகாக்கிறது.

4. தொடுஉணர்ச்சி உறுப்பாக உதவுகிறது.

5. கொழுப்பும், நீரும் சேமிக்கும் இடமாக உள்ளது.

6. தோலில் உள்ள எர்காஸ்டிரால் என்னும் கொழுப்புச்சத்து சூரிய ஒளியில் வைட்டமின் D சத்தைத் தயாரிக்கிறது.

நுரையீரல்

நுரையீரல்கள் மார்பறையில் அமைந்துள்ள சற்று கூம்பு வடிவமான உறுப்பாகும். இவற்றின் இடையே இதயம் அமைந்துள்ளது. நுரையீரல்கள் மிருதுவான கடற்பஞ்சு போன்ற காற்று பைகளாகும்.

மூச்சுக்குழல். மூச்சிக்கிளைக் குழல்களாக நுரையீரல்களுக்குள் செல்லுகின்றன. அங்கு அவை மேலும் சிறு கிளைகளாகப் பிரிந்து மூச்சுக்கிளைச் சிறு குழல்களாகி நுரையீரல்கள் முழுவதும் துளைத்துச் செல்லுகின்றன. ஒவ்வொரு கிளைச் சிறுகுழலும் கொத்துக் கொத்தாக அமைந்த காற்றுச் சிற்றறைகளில் முடிவடைகின்றன. இச் சிற்றறைகளின் சுவர்களில் வலைபோல் பரவியுள்ள மெல்லிய இரத்தத் தந்துகிகள் உள்ளன. இங்கு தான் இரத்தம் வெளிக்காற்றுடன் நேரான தொடர்பைப் பெற்று வாயு மாற்றம் நடைபெறுகிறது. நுரையீரல், தமனி, கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு மிகுதியாக கலந்த அசுத்த இரத்தத்தை நுரையீரல்களுக்கு கொண்டுவந்து கொடுக்கிறது. அங்கிருந்து ஆக்ஸிஜனைப் பெற்ற சுத்த இரத்தம் நுரையீரல் சிரைகள் மூலம், இதயத்தை அடைகிறது. மனித சுவாசத்தில் உட்சுவாசம், வெளிசுவாசம் என இருபகுதிகள் அடங்கியுள்ளன. உட்சுவாசத்தின் மூலம் ஆக்ஸிஜன் நிறைந்த வெளிக்காற்று நுரையீரலுக்குள்

இழுக்கப்படுகிறது. திசுக்களில் ஆக்ஸிகரணத்தின்போது ஏற்படும் கழிவுப் பொருளான கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடும், இரத்தத்தில் கலந்து நுரையீரலின் காற்றுச் சிற்றறைகளுக்கு எடுத்துச் செல்லப் படுகிறது. அங்கு உள்ளிழுக்கும் காற்றுடன் வாயுமாற்றம் ஏற்பட்டு, கழிவுப் பொருள்கள், காற்றுச் சிற்றறையை அடைகின்றன. ஆக்ஸிஜன் இரத்தத்தை அடைந்து இரத்தம் சுத்தமாக்கப்படுகிறது. கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடும், நீராவியும் சேர்ந்த அசுத்தமடைந்த காற்று வெளிசுவாசத்தின்போது நுரையீரல்கள் மூலமாக வெளியேறுகின்றன.

பெருங்குடல்

சிறு குடலில் உணவு சீராணமானபின், சத்துப் பொருள்கள் உறிஞ்சப்பட்டு, சக்கைப் பொருளும், சீரணமடையாத செல்லுலோஸ் போன்ற பொருள்களும் பெருங்குடலை அடைகின்றன. இங்கு மலம் உண்டாதல், நீரை உட்கிரகித்தல், பாக்டீரியாக்கள் கார்போஹைட்ரேட்டை நொதிக்கச் செய்தல், புரோட்டின்களை அழுகச் செய்தல் போன்றவை நடைபெறுகிறது. பின்பு மலம் குதத்தை அடைந்து வெளியேற்றப்படுகிறது. எனவே பெருங்குடல் திடக்கழிவுப் பொருளாகிய மலத்தை வெளியேற்றும் உறுப்பாகும். ஆனுல் இவை நாம் உட்கொண்ட உணவின் வேண்டாத சக்கைப் பொருளேயன்றி நம் உடலில் ஏற்பட்ட கழிவுப்பொருள் அன்று எனலாம்.

Part—A

மதிப்பிடுதல்

I. சிறு கேள்விகள்

1. திசுக்களில் ஆக்ஸிகரணம் நடைபெறும்போது உண்டாகும் கழிவுப் பொருள்கள் யாவை?

2. உடலில் உள்ள முக்கிய கழிவு உறுப்புகள் யாவை?

3. கழிவுப் பொருள்கள் வெளியேற்றப்பட வேண்டியதன் அவசியம் யாது?

4. சிறுநீரகத்தின் நடுவில் குழிவாக உள்ள பகுதிக்கு என்னவென்று பெயர்?

5. பெல்விஸ் என்ருல் என்ன?

6. பிரமிடுகள் எங்கு காணப்படுகின்றன?

7. மல்பிஜியன் அடுக்கு என்ருல் என்ன?

8. சிறுநீரில் காணப்படும் தாது உப்புகள் யாவை ?

9. சிறுநீரகத்திற்கு கழிவுப் பொருள்கள் கலந்த இரத்தத்தைக் கொண்டுவரும் இரத்தக்குழாய் யாது ?

10. நெப்ரான்கள் எங்கு காணப்படுகின்றன ?

II. பொருத்தி எழுதுக.

1. சிறுநீரகம்	(அ)	கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு.
2. தோல்	(ஆ)	சத்து உறிஞ்சப்பட்ட உணவுசக்கை
3. நுரையீரல்	(இ)	யூரியா.
4. குதம்	(ஈ)	வியர்வை
	(உ)	குளுக்கோஸ்.

III. பொறுக்கி எழுதுக.

1. மல்பிஜியன் முடிச்சுறை காணப்படுவது
(அ) நுரையீரல் (ஆ) தோல் (இ) சிறுநீரகம், (ஈ) இதயம் (உ) கல்லீரல் 1. [ ]

2. சிறுநீர் குழாயின் புனல் போன்ற அகன்ற பாகம்.
(அ) ஹைலஸ் (ஆ) கார்டெக்ஸ் (இ) மெடுல்லா (ஈ) சிறுநீரக முடிச்சு (உ) பெல்விஸ் 2. [ ]

IV. கோடிட்ட இடத்தை நிரப்புக

1. ____________ அமினோ அமிலங்களிலிருந்து யூரியா உண்டாக்கப்படுகிறது.

2. தோலில் ____________ என்ற எண்ணெய் சுரப்பிகள் உள்ளன.

3. ____________ காலத்தில் அதிகமான இரத்தம் சிறுநீரகங்களுக்கு எடுத்துச் செல்லப்பட்டு அதிகமான சிறுநீர் வெளியேற்றப் படுகிறது.

4. வாயுக்களின் இடமாற்றம் நுரையீரலில் உள்ள ____________ நடைபெறுகிறது.

5. ____________ இரத்தம் காரத் தன்மைப் பெற்றிருக்க உதவுகிறது.

V. சரியா, தவரு எனக் குறிப்பிடுக.

1. தோலில் வியர்வை வெளியேறுவது உடலின் வெப்பநிலை ஒழுங்குபடுத்த உதவுகிறது.

2. வியர்வையில் காணப்படும் திடப் பொருளில் அதிகமாக யூரியாவும், மிகக் சிறிய அளவில் சோடியம் குளோரைடும் உள்ளன.

3. பௌமானின் பெட்டகம் நெப்ரான்களில் காணப்படுகிறது.

4. சிறுநீர் இலேசான காரத்தன்மை உடையது.

5. தோலிலுள்ள எர்கோஸ்டிரால் என்னும் பொருள் சூரிய ஒளியில் தோலில் வைட்டமின் D சத்தை தயாரித்து தருகிறது.

Part—B

ஓரிரு பத்திகளில் விடையளிக்க

1. சிறுநீர் எவ்வாறு பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது?

2. சிறுநீரகத்தின் நெடுக்கு வெட்டுத்தோற்ற படம் வரைந்து அதன் பாகங்களைக் குறி.

3. நுரையீரல் எவ்வாறு கழிவு உறுப்பாக பணியாற்றுகிறது?

4. நம் உடலில் தோல் என்ன வேலைகளைச் செய்கிறது? அதற்கேற்ப அதன் அமைப்பு எவ்வாறு உள்ளது என்பதைக்காட்டுக. படம் வரைக.

பிற்சேர்க்கை

1. மாணுக்கர்கள் செய்யவேண்டிய பரிசோதனை:

   (i) சிறுநீரகம், தோல் ஆகியவற்றின் வெட்டுத் தோற்றத்தின் மாதிரிப் படங்களை வரையும் படிச்செய்தல்.

   (ii) தவளை அல்லது எலியை அரிந்து அதனுடைய நுரையீரல், சிறுநீரகங்களைக் காணுதல்.

   (iii) மாதிரி உருவங்களைத் தயார் செய்தல்.

   (iv) ஒவ்வொரு கழிவு உறுப்பும் வெளியேற்றும் கழிவுப் பொருளை அட்டவணைத் தயாரிக்கச் செய்தல்.

ஆசிரியர் செய்துகாட்ட வேண்டிய பரிசோதனை

1. ஆட்டின் சிறுநீரகத்தைக் கொண்டுவந்து அதன் உட்குழிவான பாகத்தினின்றும் நெடுக்காக வெட்டி, உள்ளமைப்பை மாணுக்கர்களுக்கு விளக்குதல்.

2. ஆட்டின் நுரையீரலை வாங்கி, மூச்சுக்குழல், மூச்சுக் கிளைக் குழல், கிளைச் சிறுகுழல், காற்று சிற்றறைகள் ஆகியவற்றின் அமைப்பை விளக்குதல்.

துணைக்கருவி பட்டியல்

1. தோல், நுரையீரல், சிறுநீரகம் ஆகியவற்றின் விளக்கப் படம், மாதிரி உருவங்கள், நெடுக்கு வெட்டை விளக்கும் மாதிரிப் பொருள்கள்.

2. ஆடு, தவளை அல்லது எலியின் நுரையீரல், சிறுநீரகங்களைக் கொண்டுவந்து காண்பித்தல்.

மேற்கோள் புத்தகங்கள்

1. A text book of Physiology—By-Ekambaranathan.

2. உயிரியல்—விருப்பப் பாடம்—பதினோராம் வகுப்பு. தமிழ் நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்.

3. The work of the kidney, Understanding Science. Vol. 5. No.59. pp. 936—937.

வினாக்கள்

1. ஒரு நல்ல உயிரியல் பாடப் புத்தகத்தின் தன்மைகளைக் கூறுக. அவ்வாறான புத்தகம் ஒன்றை எவ்வாறு சிறப்பாகக் கையாளுவீர்?

2. உயிரியல் பயிற்றுவதில் கீழ்க்கண்டவற்றின் முக்கியத்துவத்தை விவரிக்க.

 1. பெருவழிப் பயனும், சிறு வெளிப் பயணமும்.
 2. படச்சுருள்

3. உயிரியல் பயிற்றுதலில் அறிவியல் மன்றங்களின் பங்கு யாது?

4. உயிரியல் பாட சம்பந்தப்பட்ட சுற்றுலாவிற்கு முன்பாக மாணவர்க்கு என்னென்ன முக்கியமான நடைமுறைக் குறிப்புகளை உணர்த்துவீர்கள்?

5. உயிரியலைப் பயிற்றுவதில் எவையேனும் மூன்றுகாட்சிக் கேள்விகருவிகளின் பங்கினைப் பற்றி எடுத்துக் காட்டுகளுடன் விளக்குக.

6. பள்ளி நூலகத்தை சிறப்பாக பயன்படுத்த உமது மாணவர்களுக்கு என்ன குறிப்புகளைக் கூறுவீர்.

7. மாணவர்கள் உயிரியல் கற்பதில் பள்ளித் தோட்டத்தின் பயன்கள் யாவை?

8. ஒரு உயிரியல் . பொருட்காட்சியின் தனித் தன்மைகள் என்னவாக இருக்கவேண்டும். மாணவர்களது தேவைக்கேற்ப எவ்வாறு வெற்றிகரமாக ஒன்றை அமைப்பாய்.

9. உயிரியல் கற்பித்தலுக்கான காட்சிப்பொருள் மூன்றினை விளக்குக.

10. பள்ளி அருங்காட்சியகத்தின் பயன்கள் யாவை? அதனை அமைத்தலையும், பாதுகாக்கும் முறைகளையும் கூறுக.

11. கற்பித்தலுக்கான சாதனங்களைத் தயாரித்தல் என்ருல் என்ன? தசை மண்டலம் என்ற பாடத்திற்கு கற்பித்தலுக்கான சாதனத்தைத் தயார் செய்.

12. "நீர் பொருட்காட்சியகம்" எவ்வாறு உன் பள்ளியில் அமைப்பாய் என விவரி. அதன் கற்பித்தல் பயனைக் கூறு.

8. மதிப்பிடுதல்

மதிப்பிடுதலும் சோதனைகளும்

மாணுக்கர்களின் முன்னேற்றத்தை மதிப்பிட்டு, அடைவுத் திறனைக் காணவும். கற்பித்தலின் தரத்தைச் சோதித்து அறிவதற்கும், பள்ளி பாடத் திட்டத்தை மதிப்பீடு செய்யவும் சில அளவீடு முறைகள் தேவைப்படுகின்றன. இவைகளே சோதனைகள் அல்லது தேர்வுகளாகும். தேர்வானது ஆசிரியருக்கும், மாணுக்கர்களுக்கும் சோதனைச் செய்துக்கொள்ள வாய்ப்பளிப்பதோடு பணிபுரிய ஊக்கமும் அளிக்கிறது. மாணுக்கர்களைத் தரம் பிரிக்கவும், வகுப்புமாற்றம் செய்யவும் இவை அவசியமாகின்றன. திறமைகளை வளர்க்கவும், சுய திருத்தத்திற்கும் தேர்வுகள் பெரிதும் உதவுகின்றன. கற்றலின் விளைவாக மாணுக்கர்கள் பெறும் முழுமையான வளர்ச்சியினை அளவிடுதலை மதிப்பீடு செய்தல் (Evaluation) எனப்படும். இம் மதிப்பீட்டு முறையில் கல்வியின் நோக்கங்கள் (Objectives), கற்றல் அனுபவங்கள் (Learning Experiences), மதிப்பீட்டுக் கருவிகள் (Evaluation tools) யாவும் அடங்கும். மதிப்பிடுதல் என்பது கல்வி அளவியல் சம்பந்தமான சொல் அட்டவணையில் ஒரு புதிய சொல்லாகும். இது சோதனை செய்வது என்பதைவிட, பரந்த சிறந்த கருத்துப் படிவத்தை (Concept) க் கொண்டதாகும். கற்பித்தல்-கற்றல் செயலில் (Teaching-Learning process) கிடைக்கக் கூடிய கல்விப் பயனை மதிப்பிடுவதுடன் கல்வியின் நோக்கம் குறித்தும், கற்பிக்கும் கற்கும் முறைகள் பற்றியும் தொடர்ந்து மதிப்பீடு செய்வதாகும். இதனுல் கல்வி சுய வளர்ச்சிப் பெறவும், ஒரே நிலையாக இன்றி அடிக்கடி மாற்றிக் கொள்ளவும் ஏதுவாகிறது. மாணுக்கர்களும் அடிக்கடி தங்களது வெற்றி தோல்விகளை சுய சோதனைச் செய்துக் கொள்ளுகின்றனர். அவர்களது குறைகளை உணரவும், திருத்திக் கொள்ளவும் முடிகிறது. மாணுக்கர்களது சிரமங்களையும் ஆசிரியரால் உணர்ந்துக்கொள்ள முடிகிறது. எல்லாத் துறையிலும் மாணுக்கர்களின் அன்ருட முன்னேற்றம் குறித்து தொடர்ந்து செய்யும் மதிப்பீடாக இருப்பதால், ஒவ்வொரு மாணுக்கரிடமும் உள்ளடங்கி உள்ள திறமைகள், ஆர்வம் குறித்து அறிய முடிகிறது. அன்ருட பதிவுகளைக் கொண்டு ஒவ்வொரு மாணுக்கரின் நிலையையும், விரும்பத்தக்க பண்புகளின் வளர்ச்சியையும் அறிய முடிகிறது.

இவ்வாறு மதிப்பிடுதல் மாணுக்கர்களுக்குப் பயனுள்ள முறையில் வழிகாட்டும் திட்டங்களுக்குத் தேவையான தகவலைக் கொடுக்கிறது.

மதிப்பிடுதல் சோதித்தலின்றும் வேறுபட்ட ஒன்ருகும். சோதனை என்பது கற்பித்தலை மட்டும் அளப்பதாகும். ஆனுல் மதிப்பிடுதல் விரிவான முறையில் தொடர்ச்சியாக மாணுக்கரின் முன்னேற்றம் குறித்து மதிப்பிடுவதாகும். இதனுல் மதிப்பிடுதல் கல்விப் பணியில் இணைந்த ஒன்ருகும். இதன் நோக்கம் போதனையைச் சிறப்புடைய தாகச் செய்வதே அன்றி, அடைவுகளை மட்டும் அளப்பதன்று இதன்வாயிலாக மாணுக்கரின் உள்ளார்ந்த நல்ல மனப்பான்மைகள், பழக்கங்கள், கையாளும் திறன்கள், புரிந்துக்கொள்ளும் தன்மை, உண்மையை அறிந்து போற்றுதல் (appreciation) ஆகியவற்றுடன் அறிவைப் பெறுதலையும் அறிய முடிகிறது. மாணுக்கரிடத்தும், கல்வி வளர்ச்சியிலும் முன்னேற்றம் ஏற்பட, மாணுக்கர்கள், ஆசிரியர், பெற்ருேர், சமுகம், ஆகியோர் பங்கு பெறும் வகையில் இணைத்து, பள்ளியிலும், வெளியிலும் விரிவான முறையில் தொடர்ந்து நடை பெறும் செயலே மதிப்பிடுதலாகும். இம் மதிப்பிடுதல் சோதனையை விட விரிவான நோக்கத்தினைக் கொண்டதாகும். குறிப்பிட்ட காலத்தில் ஒரு பாடப் பொருளில் மாணுக்கர் அடைந்துள்ள முன் னேற்றத்தை அறிவதையே சோதனைகள் நோக்கமாகக் கொண்டுள் ளன. தேர்வுகள் பாட அறிவின் நினைவாற்றலைச் சோதிக்கின்ற னவேயன்றி அறிவியல் கற்பித்தலின் நோக்கங்களான மாணுக்கர் கள் பெற்ற பாட அறிவை புதிய சூழ்நிலையில் பயன்படுத்துதல், மாணுக்கர்களின் செயல் திறன்கள் (Skills), ஆற்றல்கள் (Ability). கவர்ச்சி (Interest) மற்றும் அறிவியல் கற்பித்தலின் பிற நோக்கங் களைச் சோதிப்பதில்லை.

மதிப்பிடுதலின் நோக்கம், மாணுக்கரது அடைவுகளை அறிவ தோடன்றி பாட அமைப்பு, கற்பிக்கும் முறைகளையும் மேலும் விருத் திப் பெற உதவுவதாகும். இது எப்போதும் ஒரே நிலையில் இல்லா மல், சமுதாயம், தனிப்பட்டவர்களின் தேவைக்கு ஏற்றவாறு பொருள்களும், முறைகளும் மாறுகின்றன. கல்வியானது எப் போதும் வளர்ந்துக் கொண்டும் முன்னேறிக் கொண்டும் இருப்பதா லும், நோக்கங்களும் காலத்திற்குக் காலம் மாறிக் கொண்டும் இருப்ப தாலும் நமது மதிப்பீட்டு முறைகளும் மாற்றப்பட வேண்டியது மிகவும் அவசியமாகிறது.

மதிப்பிடுதலின் முக்கிய பயன்கள்

கற்பித்தலின் தரத்தை அபிவிருத்திச் செய்ய இது வகை செய் கிறது. குறிப்பிட்ட சில குறிக்கோள்களை அடைய கற்றலுக்கான

சூழ்நிலையைத் தேர்ந்தெடுத்து மாணுக்கர்களுக்கு அளிக்கிறது. குறிப்பிட்ட சில செயல்களைச் செய்து முடித்த பின்னர் அது பயனுள்ளதாக இருந்தால் அது ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்டுச் சேர்த்துக் கொள்ளப்படுகிறது. இல்லையெனில் அதற்கான ஏதுக்களைக் கண்டு பிடித்து செயலானது திருத்திக்கொள்ளப் படுகிறது. சில சமயங்களில் அந்த செயலையே நீக்கிவிட்டு புதிய செயலையும் ஏற்படுத்திக் கொள்ளப்படுகிறது. கற்பித்தலுக்கானச் செயல்களைத் தொடர்ந்தும் திறனுய்வு முறையில் செய்யப்படும் மதிப்பீடு போதனையை அபிவிருத்திச் செய்ய உதவுகிறது.

இது பாட ஏற்பாட்டின் நோக்கங்களைத் தெளிவாகவும் ஒழுங்கு முறையாக எடுத்துக்காட்டவும் உதவுகிறது. நோக்கங்கள், கற்கும் அனுபவம், மதிப்பிடுதல் ஆகிய மூன்றும், ஒன்றுடன் ஒன்று தொடர்பு கொண்டுள்ளன. கற்றலுக்கான அனுபவங்களையும், அதன் பலனைத் தீர்மானித்தலானது மதிப்பீட்டு முறைகள், கருவிகளைத் தேர்ந்தெடுத்தல் ஆகிய இரண்டு குறிக்கோள்களையே முக்கிய நோக்காகக் கொண்டதாகும். ஆசிரியரிடம் பல தலைப்புகளைக் கொண்ட பாடத் திட்டமானது, கற்பித்தலுக்காக கொடுக்கப் படுகிற போது இப் பாடப் பொருள்களின் மூலமாக நோக்கங்களை அடைவதற்கு வகை செய்ய மதிப்பீட்டு முறைகள் ஒரு வழியாகும். இம் மதிப்பீடு பாட அலகின் இறுதியிலோ, அல்லது குறிப்பிட்ட வகுப்பு கால ஆண்டின் இறுதியிலோ இந்த நோக்கங்களைச் சிறப்பான நடத்தை மாற்றங்களாக (Behaviour Changes) மாணுக்கர்களிடத்தில் உண்டாக்குகின்றன.

மதிப்பிடுதல் சிறந்த கற்றலை உறுதி படுத்துவதோடு மாணுக்கர்களிடத்தில் பல்வகைத் திறமைகளை ஏற்படுத்துகிறது. நம் நாட்டில் தேர்வின் தேவைக்கு ஏற்றவாறு மாணுக்கர்கள் தங்களைச் சரி செய்துக் கொள்ளுகிருர்கள். தேர்வானது சில குறிப்பிட்ட தகவல்களைச் சோதனைச் செய்வதாக இருந்தால் அவர்கள் அதனை மனப்பாடம் செய்து தேர்வில் அப்படியே எழுதி விடுகிருர்கள். புது முறைத் தேர்வுகள் இத்துடன் சேர்க்கப்பட்டிருப்பது சிறிதளவு இச் சூழ்நிலைக்கு மாற்ருக அமைந்துள்ளது எனலாம்.

மதிப்பீடானது மாணுக்கர்களை அவர்களது திறமைக்கும் தகுதிக்கும் ஏற்றவாறு பிரித்தறிய ஆசிரியருக்கு உதவுகிறது. ஆசிரியரால் மாணுக்கர்களின் தனிப்பட்ட வேறுபாடுகளுக்கு ஏற்றவாறு உதவ வாய்ப்பளிக்கிறது. படிப்பில் பின்தங்கிய மாணுக்கர்களின் குறைகளைக் களைந்து தேவையான கற்பித்தலை ஏற்பாடு செய்யவும், மீத்திறன் கொண்ட மாணுக்கர்களுக்கு ஏற்ற சற்று சிக்கலான பணி

களைச் செய்ய வாய்ப்பும் நன்முறையில் அளிக்க முடிகிறது. மதிப்பீட்டின் குறைதீர்பயனும் (Diagnostic value) முன்னறி பயனும் (Prognostic value) நாளடைவில் பள்ளியில் திறமையான கல்வித் தொண்டினை உருவாக்குகின்றன.

மதிப்பீடுகள் பாட ஏற்பாட்டில் (Curriculum) தொடர்ந்து மாற்றங்கள் நடைபெற பெரிதும் உதவுகின்றன. இது தற்போது தேவையான ஒன்றாகும். இறுதியாக முடிவான நோக்கமான சிறந்த நம்பகத் தன்மையும் (Reliability) ஏற்புடைத் தன்மையும் (validity) கொண்ட தேர்வுகளை உறுதிச் செய்கிறது.

நல்ல மதிப்பீட்டுத் திட்டத்தின் சிறப்பு அம்சங்கள்

இது குறிப்பிட்ட பாடப்பொருள் கற்பித்தலின் நோக்கம், பயனைத் தெளிவாக அறிவிப்பதை அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ளது. பயன்கள் (முடிவுகள்) கற்றல் அனுபவங்கள் (வழிகள்) ஆகிய இரண்டையும் மதிப்பீடு செய்கிறது. குறிப்பிட்ட இடம், காலம், இன்றி பள்ளி முழுவதும் எப்போதும் நடைபெறுகிறது. இது தொடர்ச்சியானதும், படிப்படியாக சேகரிக்கப்பட்டு வளர்வதாகும் (Cumulative). இது மாணாக்கர்கள், ஆசிரியர்கள், நிர்வாகத்தினருடன், பெற்றோர்களையும் கூட தொடர்புடைய தாக்குகிறது. இதனைப் பதிவு செய்தலும் எளிது. இவற்றுடன் மாணாக்கர்கள், ஆசிரியர்கள், நிர்வாகத் துறையினரும் இவற்றால் குறிப்பிடப்படுவதைத் சரியாக புரிந்துக் கொள்வதும் எளிதாகும். தரமாக்கப்பட்ட சோதனைகள் (Standardized tests), ஓரளவு தரமாக்கப்பட்ட சோதனைகள், ஆசிரியரால் தயாரிக்கப்பட்ட சோதனைகள் ஆகியவை இதில் நன்கு பயன்படுத்தப் படுகின்றன. தனியாள் வேற்றுமைகளை உணரச் செய்து பலவகையாகக் கொண்ட பாட ஏற்பாடுக் கொள்கையும் உருவாகின்றன. இது மிகவும் சிக்கலானதும் தொடங்குவதற்கும் நடத்துவதற்கும் அதிக செலவு பிடிக்காத ஒன்றுமாகும்.

மதிப்பீடு செய்வதானது கல்வி நோக்கத்தின் மெய்யான தன்மையை அறிய உதவுவதுடன் தேவையான மாற்றங்கள் செய்யவும் உதவுகின்றது. பயனற்ற பாட அறிவை சோதிப்பதைவிட நோக்கம் நிறைவேறியுள்ளதை நன்கு சோதிக்கிறது. குறிக்கோள்கள் நிறைவேறுவதில் தோல்வி இருந்தால் அதற்கான காரணங்களை ஆராய்கிறது. நோக்கங்கள் மிக அதிகமான தாகவோ அல்லது குறைவானதாகவோ இருப்பதாலும் அவை அடைய முடியாமல் இருக்கக்கூடும். எனவே சமுதாய சூழ்நிலைக்கும், மாணாக்கரின்

தேவைக்கும் ஏற்றவாறு நோக்கங்களைத் திருத்திக்கொள்ள பயன்படுகிறது. கற்பிக்கும் நோக்கம் நிறைவேற பயன்படுத்தும் போதனு முறையின் தரத்தை மதிப்பிடவும் இது உதவுகிறது. நோக்கம் நிறைவேற கற்பிக்கும் முறைகள் பயன்பட வில்லையெனில் அவைகளும் மாற்றி அமைக்கப்படுகின்றன. மேலும் மதிப்பிடுத லென்பது கற்பித்தலிலும், பாடப் பொருள், கற்பிக்கும் முறைகள் இவற்றினின்றும் வேறுபடாது. ஆனுல் கற்பித்தலின் இறுதியில் மாணுக்கரின் அடைவுத் திறனைப் பற்றித் தீர்மானிப்பது என்ற ஒன்றினை மட்டுமே முக்கிய நோக்கமாகக் கொண்டிருந்தால் போதனையினின்றும் இதனைப் பிரிக்கலாம். இது கற்பிக்கும் பொருளின் உளவியல் முறை, தர்க்க ரீதியான அமைப்பு ஆகியவற்றைக் காண உதவுகிறது. கல்வி வளர்ச்சியின் வெற்றிக்கு, பாட அமைப்பானது அடிப்படையாக இருப்பதால் அது விரிவான முறையிலும், நிலைத்து விடாமல் அடிக்கடி மாறும் வகையில் இயங்கிக் கொண்டிருப்பதும் அவசியமாகும். இதனை மாறிவரும் நோக்கிற்கு ஏற்றவாறு திருத்தி அமைக்கவேண்டும். மதிப்பிடுதலானது மாணுக்கர்களின் எல்லா வகையான வளர்ச்சியையும் சோதித்து அறிவதுடன் குறிப்பிட்ட துறையில் மாணுக்கர்களின் வெற்றி குறித்தும் அறிய உதவுகிறது. இது தேர்விற்கான கருவிகளையும், நுட்பங்களையும் வளர்க்கவும், மாற்றி அமைத்துக் கொள்ளவும் செய்கிறது. இது மாணுக்கரின் அறிவை சோதிப்பதோடு அன்றி மாணுக்கர்களின் ஆளுமை குறித்து எல்லா வகையிலும் சோதித்தறிதலாகும். இவற்றுடன் கல்வியின் குறிக்கோள், கற்பிக்கும் முறை, பாட அமைப்பு, மதிப்பீட்டிற்கான முறைகள், கருவிகள் ஆகியவற்றின் குறைகளை அறிந்து திருத்தவும், கல்வி முறையில் தொடர்ந்து முன்னேற்றம் ஏற்படவும் செய்கிறது. கல்வியின் பயன்களுடன் பாட அமைப்பு, கற்பிக்கும் முறைகள், மதிப்பிடுதல் ஆகியவை ஒன்ருேடு ஒன்று நெருங்கியத் தொடர்பு கொண்டுள்ளன. மாணுக்கரின் முழு ஆளுமை வளர்ச்சியை நன்கு சோதித்தறிய மதிப்பீட்டு முறையானது எழுத்தறிவு சோதனையோடு முடியக்கூடாது. ஏனெனில் அவைகள் மாணுக்கர்களிடம் உள்ளடங்கி உள்ள திறமைகளையும், பண்புகளையும் வெளிப்படுத்தாததோடு, பள்ளி அன்ருட வேலையில் மாணுக்கரின் பங்கு பணிக் குறித்தும் அறிய செய்வதில்லை. எனவே மாணுக்கரின் கல்வி அறிவு, செயல் முறைகள், கல்வியுடன் தொடர்புடைய பல இணைச் செயல்களின் முன்னேற்றம் குறித்தும் பதிவுகள் வைத்தல் மிகவும் அவசியமாகும்.

சோதனை முறைகள்

இக்கால பெற்ருேர் பலரின் கருத்து பள்ளித் தேர்வுகள், மாணுக்கர்கள் சரியாக கல்வி அறிவு பெறுவதற்கு துணைபுரிவதாக இல்லை

என்பதாகும். இன்று பின்பற்றப்படும் தேர்வு முறையில் நன்மை களைவிட தீமைகள் மிகுந்துள்ளன என்னும் கருத்தினை பல கல்வி ஆய்வுகள் எடுத்துக் காட்டியுள்ளன. இதற்கான காரணங்கள் பலவாகும். நம் பள்ளி ஆசிரியர்களில் பெரும்பான்மையோர் தாம் கற்பிக்கும் கல்வியின் உண்மையான இலக்கினை மறந்து தேர்விற்கு தனிப்பட்ட மதிப்பினைக் கொடுத்து அதற்கேற்ப கல்வி கற்பிக்க முயல்வது என்பதும் ஒன்றாகும். சிறந்த கல்வி நோக்கங்கள் நிறை வேறுகின்றனவா, எனக் கண்டறியும் கருவியாக தேர்வினைக் கரு தாது கருவியையேக் குறிக்கோளாகக் கொள்வது நல்ல முறை யாகாது. பயன்படுத்தப்படும் கருவிகளும், குறையின்றி அமைத்து, நல்ல பயிற்சிப் பெற்றவர்களால், கையாளப் பட்டால்தான் மிகுந்த பயனை விளைவிக்கும். இக் கால தேர்வின் குறைகளைப் பற்றிக் கூறுவோர் அடுத்துக் குறிப்பிடுவது இவை மாணுக்கர்களின் நினை வாற்றலை மட்டுமே வலியுறுத்துகின்றன. மீட்டறியும் திறன் (Recognition) உரிய இடம் பெறவில்லை என்பதுமாகும். எழுத் தாற்றல் மிகுந்துள்ளோர், பிற ஆற்றல்களைக் குறைவாகப் பெற்றிருப் பினும் தேர்வுகளில் அதிக மதிப்பெண்ணைப் பெறமுடியும். மேலும் இத் தேர்வு முறைகளால் மாணுக்கர்கள் பெற்றுள்ள அறிவுப் பரப் பின் சிறு பகுதி மட்டுமே சோதிக்க முடிகிறது. இவ்வாறு சோதித்த லால் நம்பகத்தன்மை (Reliability) மிகுந்து காணப்படாது. தேர்வு கள் மாணுக்கர்களிடையே வீணான கவலைகளையும் உள்ளக் கிளர்ச்சி யினையும் தோற்றுவித்து அவர்களது உடல் நலத்தையும் கெடுக்கக் கூடும். எனவே தேர்வு முறையானது கற்பித்தலுக்கு ஒரு குறுகிய நோக்கத்தை அளித்து, கற்றலை கவர்ச்சியற்றதாக மாற்றி தேர்வில் வெற்றி பெறுதல் ஒன்றே கல்வியின் குறிக்கோள் என்ற தவறான கருத்தினை மாணுக்கர்கள், ஆசிரியர்கள் ஆகியோரின் உள்ளங் களில் தோற்றுவிக்கிறது.

பள்ளியில் கற்பிக்கப்படும் ஒவ்வொரு பாடமும் சில குறிப்பிட்ட குறிக்கோள்களைக் கொண்டுள்ளன. அவைகளைக் கற்பித்தலின் வாயிலாகவே மாணுக்கர்கள் அடைகின்றனர் எனக் கருதப்படு கிறது. அறிவியலில் மாணுக்கர்கள் பாடப் பொருள் அறிவோடு பயிற்சியும் சில கொள்கைகளையும், விதிகளையும், பயன்படுத்தும் திறனும், பொதுவான தத்துவங்களையும் முறைகளையும் புரிந்துக் கொள்ளுதலையும், அவற்றை எவ்வாறு பயன்படுத்துவது என்பதனை யும் பெறுகின்றனர். இவற்றுடன் கைத்திறன்களும், மனப்பான்மை களும், மெய்ப்பாட்டு உணர்வுகளும் வளர்கின்றன. அறிவியலில் சிறந்த தேர்வென்பது இந் நோக்கங்களை மாணுக்கர்கள் அடைந் துள்ள வெற்றியின் அளவினை நம்பகமான முறையில் அறிவிப்ப தாகும். தேர்வுகள் மூலமாக நாம் ஒருவாறு மாணுக்கர்கள் எந்த

அளவு கற்றுள்ளனர் என்பதை அறிய உதவுகிறது. இதனால் ஆசிரியரின் கற்பிக்கும் திறனையும் ஒருவாறு ஊகிக்க முடிகிறது. ஆகவே நல்ல முறையில் அமைக்கப்பட்ட தேர்வுகள் அவசியமாகின்றன. தேர்வானது மாணுக்கர்களின் இயற்கையான ஆற்றல்களையும் ஆர்வங்களையும் அறிந்து அவர்களை, அதனைப் பயன்படுத்தி மேலும் மேலும் அறிவுப் பெறச் செய்ய ஆசிரியருக்கு உதவ வேண்டும். அதாவது மாணுக்கர்களுக்கு நல்ல வழிகாட்டியாக ஆசிரியர்கள் இருக்க உதவும் கருவியாகத் தேர்வுகள் அமைய வேண்டும். இன்றைய கல்வித் திட்டத்தில் சோதனைகள் அவற்றின் நோக்கத்திற்கேற்ப பலவாறு அழைக்கப்படுகின்றன. அத்தகைய பெயர்களில் சிறப்பானவை சில பின்வருமாறு :—

1. முன்னறி சோதனை (Prognostic test)
2. குறையறி சோதனை (Diagnostic test).
3. அடைவுச் சோதனை (Achievement test)
4. நுண்ணறிவுச் சோதனை (Intelligence test)
5. நாட்டச் சோதனை (Aptitude test)
6. பட்டியற் சோதனை (Inventory test)

இச் சோதனைகள் அவ்வப்போது, சூழ்நிலைக்கு ஏற்றவாறு ஆசிரியரால் தயாரித்து கையாளப்படும் வகையில் தரப்படுத்தப் படாதவையாகவோ (Raw) முற்கூட்டியே விஞ்ஞான முறைப்படி தரப்படுத்தப் பட்டவையாகவோ (Standardised) இருக்கலாம்.

முன்னறி சோதனை

இச் சோதனையின் வாயிலாக மாணுக்கர்களிடம் ஏற்கனவே உள்ள திறமைகளையும் விருப்பங்களையும் பாட அறிவு ஆகியவற்றையும், குறிப்பிட்ட பாடப் பொருளைக் கற்பதால் உண்டாகக்கூடியத் தேர்ச்சி தரத்தையும் முன்கூட்டியே ஒருவாறு அறியலாம். மாணுக்கர்களின் சிந்திக்கும் ஆற்றலையும் காண உதவுகிறது. முன்னறிச் சோதனையைக் கையாண்டு தனி மாணுக்கரின் பலதிறப்பட்ட ஆற்றல்களுக்கு ஏற்றுற்போல் கற்றலுக்குரிய பாடங்களைத் தேர்ந்தெடுத்து கல்வி கற்பதால் கல்வியின் தரத்தை மேன்மேலும் உயர்த்த இயலும்.

குறையறிச் சோதனை (Diagnostic test)

உயிரியலில் ஒரு குறிப்பிட்ட பாடப் பொருளின் தலைப்பைக் கற்பித்த பின்னர் அதன் பல்வேறு பகுதிகளை ஒட்டி, மாணுக்கர்களின் கற்கும் திறத்தை ஆராய்ந்து அறியவும் அதன் அடிப்படை

யில் குறைகளை நீக்கி நடவடிக்கை எடுக்கவும் பயன்படுகின்றன. இச் சோதனைகளின் வாயிலாகக் கிடைக்கும் முடிவுகளை வகைப் படுத்தி, கற்பிக்கப்பட்ட மாணுக்கர்களில் முழுத் தேர்ச்சி அடைந் தவர்கள், அரை குறையாகத் தேர்ச்சி அடைந்தவர்கள், பாடத்தில் அரை குறையாக புரிந்துக் கொண்ட பகுதிகள், கொஞ்சம் கூட மாணுக்கர்களால் புரிந்துக் கொள்ளப்படாத பகுதிகள் போன்ற வற்றை நன்கு கண்டு கொள்வதுடன் இவற்றில் காணப்படுகின்ற குறைகளைத் தீர்க்க மேற்கொள்ளப்பட வேண்டிய கற்பிக்கும் முறைகள், எப்பகுதியினை மீண்டும் வகுப்பு மாணவர்கள் முழுவதற் கும் கற்பிக்கப்படல் வேண்டும், எவற்றினைக் தனி மாணுக்கர் களுக்கு மட்டும் கற்பித்தால் போதுமானது என்பனவற்றை அறிந்து அதற்கான நடவடிக்கைகளைக் கையாள வேண்டும். இவற்றினுல் ஏற்படும் பயனை மீண்டும் ஒரு குறைதீர் நடவடிக்கையால் அறிதல் வேண்டும். மேலும் குறையறிச் சோதனையின் மூலம் மாணுக்கர் களின் கற்கும் திறத்தைக் காண்பதோடு மாணுக்கர்களின் குறை களையும் கண்டறிந்து வேண்டிய வழிகளை உயிரியல் ஆசிரியர் வகுத் துக் கொள்ள முடிகிறது. இவ்வாறு தேவையான அளவு குறைதீர் சோதனைகளைச் செய்து முடிவுகளைக் கண்டு பின்னர் அடைவுச் சோதனையை மேற்கொள்ளுதல் வேண்டும்.

அடைவுச் சோதனை (Achievement test)

முன்னறி சோதனையின் அடிப்படையில் உயிரியலில், விருப்பம், திறனுள்ள மாணுக்கர்களைத் தேர்ந்தெடுத்து, சிறு சிறு கற்பித்தல் பகுதியை ஒட்டிய குறையறி சோதனைகளையும், குறைதீர் முறைகளை யும் கையாண்ட பிறகு, குறிப்பிட்ட பாட பகுதிகளில் மாணுக்கர் களின் அடைவு அல்லது தேர்வை புறவய மதிப்பீட்டு முறையில் சோதித்து அறியலாம். இவ்வடைவுச் சோதனையின் வாயிலாக நாம் மாணுக்கர்களின் பாடப் பொருளை அறிந்துக் கொள்ளும் திறன், செய்முறைப் பிரச்சனைகளைச் சிந்தித்து தீர்க்கும் திறன் போன்றவை களை மதிப்பிடலாம். தரப்படுத்திய அடைவுச் சோதனைகள் கல்வி வளர்ச்சிக்கு மிகவும் இன்றியமையாததாகும். பரந்த அறிவும், ஆழமான பட்டறிவும் உள்ள ஆசிரியர்களால் இத்தகைய அடை வுச் சோதனைகளை நன்கு தயாரித்து பயன்படுத்த இயலும்.

சிறந்த தேர்விற்கான அடிப்படை அம்சங்கள் (Criteria of a good test)

கல்வி அறிஞர்களும், தேர்வு குறித்து ஆராய்ச்சி செய்தவர் களும் நல்ல தேர்வானது சில சிறப்பு அம்சங்களைக் கொண்டிருக்க வேண்டும் என்பதை ஒத்துக் கொள்கின்றனர்.

ஏற்புடைமை (Validity)

ஒரு சோதனையைத் தயாரித்து வழங்கினால் அதன் முடிவானது ஏதாவது ஒன்றினை அளப்பதாக இருக்கவேண்டும். எதனை ஆராய் வதற்கென ஒரு சோதனை அமைக்கப்படுகிறதோ அதனை ஆராயும் ஏற்புடைமை வாய்ந்ததாக அந்த சோதனை விளங்கவேண்டும். உயிரியல் மெய்ம்மைகள் கருத்துக்கள் குறித்து நினைவாற்றல் அறிவி யல் சிந்தனை, தத்துவங்களைப் பயன்படுத்தும் திறன் ஆகியவற்றி னைச் சோதிக்கக் கூடியதாக சோதனையானது இருக்க வேண்டுமென ஆசிரியர் விரும்பினால் இக் குணங்களை அளக்க தக்க வினாக்களை அது பெற்றிருக்க வேண்டும். எடுத்துக்காட்டாக உயிரியல் பாடப் பகுதியில் சோதனை நடத்துகிறபோது அது உயிரியல் அறிவைச் சோதித்து அறிவதாக அமைய வேண்டுமேயல்லாது, மொழிநடை அறிவையோ, கையெழுத்தையோ தேர்ந்தறிவதாக அமைதல் கூடாது. ஒரு தேர்வின் ஏற்புடைமையாவது அத்தேர்வு எந்த நோக் கத்துடன் அமைக்கப்பட்டுள்ளதோ அந்த நோக்கத்தை ஈடேறச் செய்யும் தன்மைப் பெற்றிருத்தலாகும். நம்பகத்தன்மை (Reliabi- lity) க் குறையும்போது தேர்வுகளின் ஏற்புடைத் தன்மையும் குறை கிறது.

நம்பகத்தன்மை (Reliability)

ஒரு குறிப்பிட்ட மாணாக்கரை பலவகைத் தேர்வு முறைகளால், பல்வேறு தேர்வாளர்களைக் கொண்டு வெவ்வேறு காலங்களில் சோதிக்கப் பட்டாலும் பெறப்படும் முடிவானது தேர்வின் நம்பகத் தன்மையைக் குறிக்கிறது. இத்தகையத் தேர்வால் பெறப்படும் முடிவுகள் நிலையாக இருந்தால் சோதனையானது நம்பகத்தன்மை பெற்றுள்ளது எனலாம். தேர்வின் மூலம் அளந்தறியப்படும் எல்லை கள் தகுதியுடையனவாக இருந்தால் தேர்வு நம்பகத் தன்மையுடை யதாயிருக்கும்.

புறவயப்பட்ட தன்மை (Objectivity)

தேர்வின் முடிவு ஆளுக்கேற்றபடி மாறுவதாயிருத்தல் கூடாது. ஒரு தேர்வின் விடைத்தாளினைப் பலபேர் மதிப்பெண் இட்டாலும் முடிவு ஒரே வகையாக, நிலையானதாக இருந்தால் அந்த சோதனை யில் புறவயம் அமைந்துள்ளது எனக் கூறலாம். இதில் விடை ஏடு களைத் திருத்துவோரின் சொந்த விருப்பு, வெறுப்பிற்கோ இடம் தராத சோதனைகளே புறவயப்பட்ட சோதனைகளாகும். தேர்வாள ரின் சொந்த கருத்திற்கு வாய்ப்பில்லை. மதிப்பெண் இடுகிற ஆசிரி யரின் மன நிலையும், தேர்வின் முடிவைப் பாதிப்பதாக இருக்கக் கூடாது. சோதனையானது நடைமுறைக்கு ஏற்றதாகவும் (practi-

cable) குறிப்பிட்ட காலவரைக்குள் முடிப்பதற்குச் சரியாகவும் இருக்கவேண்டும். அதிக நீண்டோ அன்றி குறைவாகவோ இருக்கக்கூடாது. தேர்வு எழுதும் காலம் முழுவதும் மாணுக்கர்களைச் சுறு சுறுப்பாக அதிலேயே கவனம் செலுத்தும் வகையில் சோதனை விஞக்கள் இருக்கவேண்டும். இல்லையேல் ஒழுக்கம், நிர்வாகம் செய்தல் போன்றவைகளில் பிரச்சனைகள் உண்டாகலாம். பல திறப்பட்ட மாணுக்கர்களுக்கும் உகந்த வகையில் விஞக்கள் இருக்கவேண்டும். திறன்மிகு மாணுக்கர்களுக்கான சில விஞக்களும் இடம் பெறல் அவசியம். சோதனைச் செய்வதற்கான பொருளாதார நிலைக்கும் ஏற்ற வகையில் அமைக்க வேண்டும். விடைத்திறவு கோலைப் பயன்படுத்தி விடைகளை யந்திர நிலையில் தன்வய நிலைக்கு வாய்ப்பின்றி மதிப்பிடத் தக்கதாகவும் இருக்கவேண்டும். இது ஆசிரியரின் வேலையை எளிதாக்குவதோடு காலத்தையும் மிச்சப் படுத்துகிறது. சோதனையில் கேட்கப்படும் விஞக்கள் பாடதிட்டம் முழுவதும் தழுவியதாக இருக்கவேண்டும். ஒவ்வொரு பாடத் தலைப்பிற்கும் தேவையான முக்கியத்துவம் தரப்படல் வேண்டும். விஞத்தாள்களைத் தயாரிக்கும் போது, மாணுக்கர்கள் விடையளிக்கையில் குறைந்த அளவே பொறுக்கி எடுக்க வாய்ப்பு உள்ளவாறு தேவைக்கு மேல் அதிக விஞக்கள் கொடுக்கக்கூடாது. பாடப் பகுதி முழுவதும் தழுவும் வகையில் விஞக்கள் கேட்க குறுகிய விஞவிடை வகைகளையும் பயன்படுத்தலாம். தேர்வு சம்பந்தமாக மாணுக்கர்களுக்குக் கொடுக்கப்படும் குறிப்புகள் தெளிவாகவும், சுருக்கமாகவும், திட்டவட்டமாகவும் இருக்கவேண்டும். குறிப்புகளைத் தவருக புரிந்துக் கொண்ட காரணத்தால் விடைகளைத் தவருக எழுதும் நிலை ஏற்படக்கூடாது. சோதனை விஞக்களில் பயன்படுத்தப்படும் மொழியானது, எளிமையாகவும், எளிதில் புரிந்துக்கொள்ளக் கூடிய தன்மை உடையதாகவும், ஐயம் திரிபு இல்லாமலும் இருக்கவேண்டும். விஞவானது மாணுக்கர்களது வயது, அறிவுத் திறன் ஆகிய நிலைக்கு ஒத்தவாறு அமைக்க வேண்டும். விஞவானது சிந்தித்து விடையளிக்கத் தக்கதாக இருக்க வேண்டுமேயன்றி அப்படியே திரும்பக் கூறுவதாக இருக்கக்கூடாது. அது மாணுக்கர்களின் பாடப் பொருளறிவு, திறமை, பயன்படுத்தும் திறன் ஆகியவற்றைச் சோதித்து அறிவதாக இருக்கவேண்டும். விஞவானது மாணுக்கர்கள் விடையளிக்க ஆர்வத்தைத் தூண்டும் வகையில் கவர்ச்சியாக அமைக்க வேண்டும்.

சோதனை வகைகள்

உயிரியல் கற்பித்தலில் கீழ்க்கண்ட சோதனைகள் நடைமுறையில் உள்ளன. அவை : 1. வாய்மொழிச் சோதனை. (Oral test),

2. எழுத்துச் சோதனைகள் (Written test) (அ) பழைய கட்டுரை வகைச் சோதனைகள் (ஆ) புதுமுறைச் சோதனைகள். 3. செயல் முறைச் சோதனைகள் எனப்படும்.

வாய்மொழிச் சோதனைகள்

மாணுக்கர்களுக்குச் செய்யப்படும் சோதனைகள் வாய்மொழிச் சோதனைகளாகவோ எழுத்துச் சோதனைகளாகவோ இருக்கலாம். எல்லாப் பாடங்களிலும் பொதுவாக எழுத்துச் சோதனைகளே அதிகம் பயன்படுத்தப் படுகிறது. ஆயினும் வாய்மொழிச் சோதனையும் அதிக அளவில் பயன்படுத்துதல் வேண்டும். வகுப்பறையில் அன்றுட பாட வளர்ச்சி அறிவினை மதிப்பிடுவதற்கும், தொடர்ந்து அறிவு வளர்ச்சியைப் போதிப்பதற்கும், மாணுக்கர்களது கவனத்தைக் கவரவும் வாய்மொழிப் பயிற்சிப் பயன்படுகிறது. வகுப்பறையில் பரிசோதனைச் செய்துகாட்டும்போது மாணுக்கர்கள் பின்பற்றுகிருர்களா? புரிந்து கொண்டார்களா? என்பதனை அறியவும், பரிசோதனை முடிந்த பின்னர் அதை ஒட்டிய வினுக்களை வாய் மொழியாகக் கேட்கலாம். இது உயிரியல் கற்பித்தலில் உற்றுநோக்கும் பயிற்சியை ஏற்படுத்தவும் உதவுகிறது. வாய்மொழிச் சோதனைகள் எழுத்துச் சோதனையைவிட சிக்கனமானவை. கல்வி உலா, கல்வி சம்பந்தமான திரைப்படங்கள் ஆகியவற்றின் போதும் மாணுக்கர்கள் பெற்ற அறிவைச் சோதிக்க வாய்மொழிப் பயிற்சியைப் பயன்படுத்தலாம். வாய்மொழி விஞக்களால் மாணுக்கர்களின் முன்னறிவை நன்கு சோதித்து அறிந்து தேவையான புதிய தகவல்களை எளியதாக இணைக்கும் விதத்தில் கற்பிக்கலாம். தவருக புரிந்துக் கொண்டவைகளையும், புரிந்துக் கொள்வதில் அவர்களுக்கு உண்டாகின்ற சிரமங்களையும் அறிந்துக் கொள்ளலாம். கற்பிக்கப்பட்டவைகள் மாணுக்கர்களின் மனதில் விளக்கம் பெற்றுள்ளனவா என்பதை அறிந்துக் கொள்ளவும் வாய்மொழிப் பயிற்சிகள் உதவுகின்றன.

கட்டுரை வகைச் சோதனைகள்

கட்டுரை வகை விஞக்கள் பல வகைப்படும். அவை பலவகையான சொற்களால் தேர்வாளர்களால் அழைக்கப்படுகின்றன. அவைகளாவன: கூறு, (define) ஒற்றுமை வேற்றுமைகளை விளக்கு (compare and contrast), விவரி, ஆய்க, நன்மைத் தீமைகளைக் கூறு. முக்கிய காரணம் கூறு போன்றவைகளாகும். சில விஞக்களுக்கு விடையாக கட்டுரைப் போன்று எழுதும் தேர்வுதான் நீண்ட காலமாகப் பயன்படுத்தப்பட்டு வரும் தேர்வு முறையாகும். இவ்வகைச் சோதனைகள் மாணுக்கர்கள் செய்திகளைத் தெளிவாகவும் விரிவாகவும், வாதமுறைக்கு ஏற்ற முறையிலும் விளக்கி எழுதும்,

திறனுடையராக இருக்கின்றனரா? என்று அறிய உதவுகிறது. இதனால் பொருத்தமான கருத்துக்கள் அனைத்தையும் ஒன்று திரட்டவும், குறிப்பிட்ட பிரச்சனைகளுக்குச் சரியான விடைகள் அளிக்கவும் தொடர்புடையக் கருத்துக்களைக் கோர்வைபடுத்தி விளக்கவும் முடிகிறது. பிறத் தேர்வு முறைகளில் இந்தவித வாய்ப்புகள் கிடைப்பதில்லை. இத்திறனைப் பெறும் வாய்ப்பை இவை அளிக்கின்றன. இம்முறையால் மாணுக்கர்களின் எண்ணத்தையும், சிந்தனைகளையும், சுயக் கருத்துக்களையும், விரிவான அறிவாற்றலையும் சுதந்திரமாக வெளியிட வாய்ப்புகள் உள்ளன. ஒரு கருத்துக் குறித்து தவருகப் புரிந்துக் கொண்டிருந்தாலும், ஓரளவு புரிந்துக் கொண்டிருந்தாலும் அறிய வாய்ப்புகள் உள்ளன. மாணுக்கர்களும் தரமான உயர்ந்த பல நூல்களைப் படிக்கும் வழக்கத்தையும் வளர்க்கவும் உதவுகின்றன. இது மாணுக்கர்கள் எதையும் புரிந்துக் கொள்ளாமல் குருட்டுத்தனமாக எழுதுவதை (guessing) தவிர்க்கிறது. மாணுக்கர்களின் சிந்திக்கும் அல்லது காரணம் காணும் திறனைச் சோதிக்கக் கட்டுரை வகைத் தேர்வுகள் பெரிதும் பயனளிக்கின்றன. மாணுக்கர்கள் தகவல்களை ஒழுங்குபடுத்தி, சுருக்கமாகவும் தலைப்புகளை விளக்கிக் கூறும் திறமையையும் அறிய முடிகிறது. மாணுக்கர்கள் கருத்து வேறுபாடு உள்ள பொருள்களை விவாதித்து எழுத வாய்ப்பு உள்ளது. ஒரே நேரத்தில் அதிக அளவான மாணுக்கர்களைச் சோதனைச் செய்யவும் ஆசிரியரின் வேலையைக் குறைக்கவும் முடிகிறது. இவ்வகை வினுக்கள் தயாரிப்பதுவும் எளிது. கட்டுரைத் தேர்வின் வாயிலாக மாணுக்கரின் விடையின் தெளிவு, இலக்கணப் பிழைகள், பத்தி பிரித்து முறைப்படுத்தி எழுதும் திறன், எழுத்துப் பிழைகளையும் சோதிக்கலாம். மாணுக்கர்களுக்கும் இத்தேர்வு முறை மொழித் திறமையை நன்கு பயன்படுத்த உதவுகிறது. சொல்லமைப்பு, பத்தி அமைப்பு முதலியவைகளில் சிறந்த பயிற்சி ஏற்படச் செய்கிறது.

குறைகள்

இம் முறையைப் பயன்படுத்தலில் சில குறைபாடுகளும் உள்ளன. இம் முறைப்படி மாணுக்கர்களின் விடையை சரியாக மதிப்பீடு செய்வது கடினம் மதிப்பீடு நம்பகத் தன்மை வாய்ந்தனவாக இருப்பதில்லை. மாணுக்கர்கள் சரியாக விடையளிக்காத குறைக்குக் காரணம் கற்றலின் குறைவினுலா? கால இடைவெளியால் ஏற்படும் நினைவாற்றல் குறைவாலா? அன்றி தெரிந்த தகவல்களையும் காரணம் காட்டி எடுத்துக் கூறும் திறமையின்மையா? என சரியாக அளவிட முடியாது. ஆசிரியரின் சொந்த விருப்பு வெறுப்பு மதிப்பெண் இடுதலில் குறுக்கிட வாய்ப்பு உள்ளது. எடுத்துக்காட்டாக ஒளிச்சேர்க்கை என்ற தலைப்பில் வினு கேட்கப்படுவதாகக் கொள்வோம். இவ்வினுவானது பொதுவாக இருப்பதால், விடைகளும் வகுப்பில் எத்தனை

மாணுக்கர்கள் உள்ளனரோ அத்தனை வகையில் பல விதங்களில் மாறுபட்டிருக்கும் சுமார் முப்பது அல்லது வகுப்பில் உள்ள அத்தனை மாணுக்கர்களின் விடைகளையும் ஒப்பிட்டு அவற்றைத் தரம் நிர்ணயம் செய்வது என்பது ஆசிரியரின் பொறுப்பாகி விடுகிறது. இதனை, மதிப்பீடு செய்பவர்கள் தங்கள் மதிப்பீட்டில் ஏற்படக்கூடிய குறைபாடுகளுக்கான வாய்ப்பினை நன்கு அறிவார்கள். முதல் விடைத்தாளைப் படிக்கும்போது அதனை ஆசிரியர் தனது சிறந்த பாடத் தரத்தோடு ஒப்பிட்டு மதிப்பீடு செய்கிருர். ஆனல் எட்டு அல்லது பத்து விடைகளைப் படித்தபின்னர் தனது சொந்த தரத்தோடு ஒப்பிடுவதற்குப் பதிலாக விடைத்தாள்கள் ஒவ்வொன்றின் தரத்தோடு ஒப்பிட வேண்டிய அவசியத்தை உணர்கிருர். இதனல் முதலில் தனது நிலையோடு மதிப்பிட்ட ஓரிரு விடைத்தாள்களையும் இதன் அடிப்படையில் மறு பரிசீலனையும் செய்ய வேண்டியிருத்தலையும் அறியலாம். கட்டுரை வகைத் தேர்வினைப் பல தேர்வாளர்கள் மதிப்பீடு செய்யும்போது அதிக அளவு வேறுபாடுகள் காணப்படுகிறது. அதோடன்றி ஒரே ஆசிரியர் குறிப்பிட்ட விடைத்தாளைப் பல்வேறு காலங்களில் மதிப்பிடு செய்யும்போது மதிப்பெண் வித்தியாசங்கள் ஏற்படுகின்றன. ஆயினும் இக்கூற்று உயிரியல் சோதித்தலில் முழுவதும் ஏற்புடைத்து எனக் கூற முடியாது. மதிப்பெண் இடுதலை புறவயத் தன்மையில் இருக்குமாறு வினவின் கருத்துகளின் எண்ணிக்கைக்கு ஏற்றவாறுத் தேர்வாளர்கள் அமைத்துக் கொள்ளலாம். மாணுக்கர்களின் விடையும் பல சமயங்களில் தெளிவற்றும், மழுப்பப்பட்டும் இருக்கும். பயன்படுத்தப்பட்டிருக்கும் வார்த்தைகளும், வாக்கியங்களும், விடை எழுதுவோர் சரியான விடையை அறிந்திருக்கிருர்கள். ஆனல், அவற்றை வெளிப்படுத்தும் முறையில் உள்ள திறமை குறைவுதான் காரணம் என்பதை உணர வைக்கும்படியாக இருக்கும். அடுத்த குறைபாடு இவைகளுக்கு மதிப்பெண் இடுவதற்கு எடுத்துக்கொள்ளும் காலமாகும். ஒளிச்சேர்க்கைப் பற்றிய வினவிற்கே, விடையானது மிகவும் சாதாரணமாக விடையளிப்பதென்ருலும் நீண்டதாகவே இருக்கும். இவ்வாறு பத்து விடைகள் என்ருலும் மாணுக்கர்கள் எழுதவும் ஆசிரியர் படிக்கவும் அதிக அளவு காலமாகும்.

ஆய்வு முறையில் சிந்திக்கும் திறனைவிட, மனப்பாடம் செய்வதற்கு முக்கிய கவனம் செலுத்தப்படுகிறது. இது அறிவியல் கற்பித்தலின் நோக்கம் குறிக்கோள்களுடன் ஒத்துவருவதாக இல்லை. இதனல் மாணுக்கர்களின் முழு ஆளுமையை மதிப்பிட முடியாது. கட்டுரை முறைச் சோதனைகளில் ஐந்து முதல் பத்து வரை வினக்கள் கேட்கப்படுகின்றன. கட்டுரை முறைச் சோதனைகளால் உண்மையாக அளந்தறியும் பகுதி மிகவும் குறைவு. பல வினக்களைக்

கேட்பதற்கு வாய்ப்பில்லை. ஒரு சில வினாக்களைக் கொண்டு பாடத் திட்டம் முழுவதும் அறிந்துள்ளனரா என முடிவு செய்தல் சரியான தன்று. பல மாணாக்கர்கள் சிறப்பான சில வினாக்களுக்கு மட்டும் விடை தயாரித்து படித்து வருவார்கள். இம்முறை எல்லா மாணாக்கர் களையும் எல்லா பாடப் பகுதிகளையும் படிக்கத் தூண்டுவதாக இல்லை. ஒருவன் படிக்காத சில பகுதியிலிருந்து நிறைய வினாக்கள் கேட்கப் பட்டால் அவன் தேறாமல் போகலாம். குறிப்பிட்ட சில வினாக்களே கேட்கப்படுவதினால் 'அதிர்ஷ்டம்' என்பது முக்கிய இடம் வகிக் கிறது. இவ்வகைத் தேர்வில் ஒருவன் 80 சதவீதம் மதிப்பெண் பெற்றுள்ளான் என்றால் அவன் பாடப் பகுதியில் எண்பது சதவீதம் புரிந்துள்ளான் என்பது சரியான பொருளல்ல. அவன், கேட்கப் பட்டுள்ள சில வினாக்களுக்கான நான்கு அல்லது ஆறு விடைகளில் எண்பது சதவீதம் விடை அளித்துள்ளான் என்பதைக் குறிக்கிறது. எனவே இத் தேர்வுகள் பாடப் பொருளறிவு முழுவதும் சோதிப்ப தாக இல்லை.

எனவே குறைவான நம்பகத் தன்மை, ஏற்புடைமையோடு தன் வயத் தன்மைக்கு வாய்ப்பு உள்ளது. எழுத்தாற்றல் பெற்ற மாணாக் கர்கள் அதிக மதிப்பெண் பெற வாய்ப்பு உள்ளது. அதோடு கையெழுத்து, எழுத்துப்பிழை, இலக்கணப் பிழை போன்றவை மதிப் பெண்கள் பெறுவதைப் பாதிக்க வாய்ப்பு உள்ளது.

ஆயினும் கட்டுரை வகைத் தேர்வினில் உள்ள குறைபாடுகளை நீக்கி அதனை அபிவிருத்திச் செய்து பயன்படுத்தலாம். குறுகிய விடைக் கொண்ட, அதிக எண்ணிக்கையில் கேள்விகளைப் பாடம் முழுவதும் பரவி வருமாறு அமைத்தல், மாணாக்கர்களே, சரியான தலைப்புகளின் கீழ், தெளிவான மொழியில் திட்டமாக விடையெழு தும் முறையில் வினாக்களை அமைத்தல் எல்லா வினாக்களையும் கட் டாயமாக்குதல், கடினம் அல்லது எளிது என இராமல் வினாக்களை ஒரே சீராக அமைத்தல் போன்றவைகளைக் கையாளலாம்.

புதுமுறைச் சோதனைகள்

புதிய முறை அதாவது புறவயத் தன்மை கொண்ட தேர்வு வினாக்களை அமைப்பது எளிய செயலன்று. இதனைச் செயல்படுத் தலையும் இதன் முறைகளையும் நன்கு அறிவது மிகவும் அவசிய மாகும். புதுமுறைத் தேர்வானது பழைய கட்டுரை முறையைவிட நம்பகத் தன்மையும், ஏற்புடைத் தன்மையும் கூடுதலாகக் கொண் டது. கட்டுரை வகைச் சோதனையின் சிரமங்களைக்களைய புதிய வகைச் சோதனைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இதில் விடைகள் ஓரிரு வார்த்தைகளை எழுதுவதோ, கோடிட்டு காண்பிப்பதோ

ஆகும். மதிப்பெண்கள் இடுவது முழுவதும் புறவயத் தன்மை உடையதால் மாற்றம் ஏற்பட வாய்ப்பில்லை. இதனை மிகவும் எளியதாகவும் புறவயத் தன்மை முறையிலும் மதிப்பீடு செய்யலாம். இதன் கண் கேட்கப்படும் வினுக்களுக்கு ஒரே விடை மட்டுமே உள்ளதால் தேர்வாளரின் சொந்த விருப்பு, வெறுப்புகளோ, மன நிலையோ அல்லது பலர் மதிப்பீடு செய்தாலும் முடிவானது மாறுவதில்லை. விடைக் குறிப்புகளை வைத்துக் கொண்டு எந்திர நிலையில், விரைவாகவும் எளிதாகவும், மதிப்பீடு செய்யலாம். இவ்வகை வினுக்களைப் புரிந்துக் கொள்வதும் எளிதாகும். பாடத் திட்டம் முழுவதும் பரவிவரும் வகையில் அதிகமான அளவில் நிறைய வினுக்கள் தயாரிக்க இயலும். குறிப்பிட்ட சில வினுக்களை மட்டும் எதிர் பார்க்கும் வாய்ப்பையோ, அதிர்ஷ்டத்தையோ இதனுல் குறைக்கப் படுகிறது. மிக அவசர நிலையில் இவைகளைத் தயாரிக்க முடியாது. இத்தேர்வு வினுக்களுக்கு விடையளிக்க அதிக காலமும் எடுத்துக் கொள்வதில்லை. ஒரு மணி நேரத்தில் அறுபது முதல் எண்பது வினுக்களுக்கு விடையளிக்க இயலும். ஆயிரக்கணக்கான மாணுக்கர்களை ஒரே நாளில் தேர்வு செய்து, மதிப்பீடுகளையும் உடனே செய்யவும் முடியும். இத்தேர்வுகளை சரியான குறிப்புரைகளை வழங்கி நடத்துவதும் எளிது. இச் சோதனைகள் விரிவான அடிப்படையில், சூழ்நிலைக்கு ஏற்றவாறு வளைந்து கொடுக்கும் தன்மை உடையனவாக இருக்கின்றன. இவற்றை அடிக்கடி சீர்தூக்கிப் பார்த்து அவ்வப்போது உண்டாகும் அனுபவங்களின் அடிப்படையில் தகுந்தவாறு மாற்றி அமைத்துக் கொள்ளவேண்டும். பாட திட்ட தேவைகள், மாறிவரும் கல்வி கோட்பாடுகள், மற்றும் தனி மாணுக்கர் வேறுபாடுகள் இவற்றிற்கு ஏற்ப இதனை மாற்றிக் கொள்ளலாம். இவ்வாறு பலவகைச் சோதனையைக் கையாண்டு, மாணுக்கர்களிடம் அடங்கி இருக்கும் ஆற்றல்கள், அடைவுகள், குறைபாடுகளை அறிந்து அதற்கேற்ப கற்பித்தலின் பயன் அதிகரிக்கச் செய்யலாம்.

புதுமுறைத் தேர்வின் சிறப்பியல்புகளும் குறிக்கோள்களும்

இப் புதுமுறைச் சோதனைகள் பற்பல நோக்கங்களை முன்னிட்டு தயாரிக்கப் படுகின்றன. பழைய முறைச் சோதனையில் மீட்டுக் கொணர்தல் (Recall) என்ற ஒன்று மட்டுமே இடம் பெற்றது. ஆனுல் இப்புது முறைச் சோதனையில் இவற்றுடன் மீட்டறியும் தன்மையும் (Recognition) சிறப்பான இடம் பெறுகிறது. எனவே விடையளித்தலில் மனப்பாடம் செய்வதற்கு அதிக வாய்ப்பின்றி ஆய்ந்து அறிதலுக்கு சிறப்பான இடம் அளிக்கப்படுகிறது. குறுகிய காலத்தில் அதிக பாட எல்லைகள் சோதிக்கப் பெறுவதால் குருட்டுப் பாட அறிவிற்கு வாய்ப்பில்லை. மாணுக்கர்களும் விடைகளைச் சுருக்க

மாகவும், திட்டவட்டமாகவும் கூற வேண்டியிருத்தலால் 'சரடு விடுத லுக்கு' இடம் இல்லை. கட்டுரை வினாக்களுக்கு விடையளிக்க அதிக அளவு விவரிக்கும் திறனும், சுயமாக வெளியிடும் பயிற்சியும் தேவைப்படுகிறது. ஆனால் சில மாணாக்கர்கள் நெருக்கடியான வேளையில் சரியாகச் செய்யத் தவறிவிடுவதை ஆசிரியர்கள் அறி வார்கள். என்ன கேட்கப்பட்டுள்ளது என்பதனை மாணாக்கர் களால் சரியாக உணர முடிவதில்லை. ஆனால் அவர்களுக்கு சிறிது எடுத்துக்கூறும் வகையில் வினா அமையும்போது அவர்களது விடையானது தரத்திலும், அளவிலும் அதிக வித்தியாசத்துடன் சிறந்து விளங்குகிறது. புதுமுறைத் தேர்வுகள் இதற்கு பெரிதும் பயன்படுகின்றன. இம்முறையில் அறிவியல் பாடத் தேர்வின் விடைத்தாளை மதிப்பிடும்போது அறிவியல் அறிவு மட்டுமே மதிப்பிடப் படுகிறதேதவிர, விளக்கிச் சொல்லும் ஆற்றலையோ, கையெழுத்தையோ, எழுத்துக் கூட்டலையோ (Spelling) சோதிக்கப் படுவதில்லை. இப் புதுமுறைச் சோதனைகளை அவற்றின் பயனுக்கு ஏற்றவாறு 1. அடைவுச் சோதனை (Achievement test), 2. முன்னறிச் சோதனை (Prognostic test), 3. குறையறி சோதனை (Diagnostic test) என பலவாறு அழைக்கப் படுகிறது.

குறைகள்

கருத்துக்களை ஒழுங்குபடுத்தும் திறனை இதனால் சோதனைச் செய்ய முடியாது. கருத்தானது எவ்வளவு சிறந்த முறையில் வெளி யிடப் பட்டுள்ளது என சோதிக்க முடியாது. உத்தேச விடை யளித்தலுக்கு (guessing) அதிக வாய்ப்பு உள்ளன என்றும், இத னால் இம்முறை வினாக்களால் மதிப்பீடு செய்வது சரியானது அல்ல என்றும் கூறப்படுகிறது. இவ்வகை வினாக்களைத் தயாரிப்பது எளி தன்று. நல்ல அனுபவமுள்ள ஆசிரியர்கள் மட்டுமே இவற்றை சிறந்த முறையில் அமைக்க முடியும். பாடப் பொருள் அறிவுக்கு மட்டுமே அதிக மதிப்பு தரப்படுகிறது. சிந்திக்கும் ஆற்றலை உண் டாக்கவோ, வளர்க்கவோ இதில் வாய்ப்பில்லை.

புதுமுறைத் தேர்வுகளை அமைக்கும்போது சில படிகளைக் கருத் தில் கொள்ளவேண்டும். அவை சோதனைக்கு ஆயத்தம் செய்தல், சோதனையைத் தயாரித்தல், தேர்வுகளை நடத்துதல், மதிப்பீடு செய்தல் போன்றவைகளாகும்.

சோதனைக்கு ஆயத்தம் செய்தல்

சோதனைகள் உயிரியலில் ஒரு குறிப்பிட்ட பாடத்தின் வாயி லாகப் பெறக்கூடிய பாடத்தின் நோக்கங்களையும், பாடப் பொருள்

களையும் அடிப்படையாகக் கொண்டிருக்க வேண்டும். சோதனை களைத் தயாரிக்கும் முன் சோதிக்கப்பட வேண்டியவைகளின் எண்ணிக்கையை முடிவு செய்து கொள்ளவேண்டும். இவற்றை முடிவு செய்யும்போது தேர்விற்கான காலம், மாணுக்கர்களின் வயதுநிலை, பாடப்பொருளின் கடினத்தன்மை, பயன்படுத்தும் தேர்வு வகைகள், பாடப்பொருளின் எல்லை போன்றவைகளையும் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும். இவ்வகை புதுச் சோதனைகளைக் கையாளும்போது, ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட சோதனை வகைகளைக் கையாள்வதுடன், பாடப் பகுதியின் முழு எல்லையையும், தழுவக்கூடிய நிலையில் அவைகளைத் தயாரிக்கவேண்டும். தேர்விற்கு ஏற்பாடு செய்யும்போது கீழ்க்கண்ட ஐந்து முக்கிய கருத்துகளைக் கவனத்தில் கொள்ள வேண்டும்.

1. தேர்விற்கான காலத்தை நன்முறையில் பயன்படுத்துதல்.

2. சோதனைக்கானப் பொருள்களின் புறவயத் தன்மை.

3. பாடத் திட்டம் முழுவதையும் தழுவும் வகையில் விரிவான முறையில் சோதித்தல்.

4. பல வகையான சோதனை முறைகள்.

5. மாணுக்கர்களின் சிறப்புத் திறன்கள்.

பள்ளி பாடத் திட்டத்தில் உயிரியலுக்கு ஒதுக்கப்படும் காலத்தை நன்முறையிலும் பயனுள்ள வகையிலும் உபயோகிக்க வேண்டும். சோதனைக்குரிய பொருள்கள் சாதாரணமாக குறுகிய விடைகளைக் கொண்டிருக்க வேண்டும். விடைகளானது ஒரு வார்த்தை, ஒரு வாக்கியம், பல வார்த்தைகளைக் கொடுத்து சரியானதைக் குறிக்கச் செய்தல், சரியா ? தவறு ? வகைகள், படத்தைக் கொடுத்து பாகங்களைக் குறிக்கச் செய்தல் போன்றவையாகும். வினுவுக்கு வினுவும் அல்லது வினுவின் உட்பகுதிக்குள்ளேயும் திரும்பத் திரும்ப, ஒன்றின் மேல் ஒன்று இணைந்த நிலையில் (overlap) கேட்கக் கூடாது. எடுத்துக் காட்டாக மணிக்கட்டிலிருந்து ரத்த அணு ஒன்று நுரையீரலுக்குச் செல்லும் பாதையைப் பாகங்களைக் குறித்து விவரி என்று கூறும் போது படம் வரைவதோடு வார்த்தையாலும் விளக்குவது, இரட்டிப்பு வேலையாக நேரத்தை எடுத்துக் கொள்ளுகிறது. பல், தோல் இவற்றின் படம் வரைந்து பாகங்களைக் குறித்து விளக்குக என்பதும் இவ்வாறேயாகும்.

மாணுக்கர்களின் மதிப்பெண்ணுனது மற்றவர்களோடு ஒப்பிட்டும், பிரித்தறியவும் வேண்டியிருப்பதால் தேர்வானது பொதுவாக புறவயத் தன்மை முறையில் மாணுக்கர்களின் முன்னேற்றத்தைச் சோதிப்பதாக இருக்குமாறு பார்த்துக் கொள்ளுதல் அவசியம்

இதனை அடைய தேர்வாளர் வினா அமைக்கும் போதே, ஒவ்வொரு வினாவிற்கும் விடையையும் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும். இவ்வாறு செய்யும்போது பல தெளிவற்ற விடைகள் (ambiguities) மாணாக்கர்களால் அளிக்கப்படுவது தவிர்க்கப்படுவதுடன் திருப்திகரமான விடையை எதிர்பார்க்கும் நிலையும் ஏற்படுகிறது. வினாக்களானது இயன்ற அளவு பாடத்திட்டம் முழுவதும் பரவி கேட்கப்படல் வேண்டும். பல வகையானத் தேர்வு முறைகள் கையாளப் படுவதுடன் மாணாக்கர்களின் தனித்திறன்களும் சோதிக்க வாய்ப்பு இருக்கவேண்டும்.

சோதனைகளைத் தயாரித்தல்

பாடப் பொருள், நோக்கங்கள் இவைகளைக் கருத்தில் கொண்டு சோதனைச் செய்ய வேண்டிய இனங்களை அறிந்திட்டபின்னர், வினாக்களைத் தயாரிக்கத் தொடங்க வேண்டும். இவ்வாறு தொடங்குகையில் கீழ்கண்டவைகளைக் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும். ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட சோதனை வகைகளைப் பயன்படுத்த வேண்டும். குறிப்பிட்ட வகைச் சோதனைகளை, ஒழுங்குச் செய்யப்பட்டு ஒன்றுக அமைக்க வேண்டும். பெரும்பாலனவை 50 சதவீத கடினத்தன்மை கொண்டதாக அமைக்கப்படல் வேண்டும். எஞ்சிய ஐம்பது சதவீதம் எல்லோரும் விடை அளிக்கக்கூடிய வகையில் அமைக்கலாம். படிப்படியாக கடின வினாக்கள் வரும் வகையில் அமைக்கப்படலாம். வினாக்களைச் சரியான, தெளிவான மொழியில் அமைப்பதோடு படிக்கும் நேரத்தை குறைக்கும் நிலையில் வார்த்தைகள் குறைவாகவும் அமைக்கலாம். தெளிவற்ற இரு பொருள்படும் நிலையிலோ, அல்லது விடையை எளிதில் ஊகிக்கும் வகையிலோ, கடினமான மொழியிலோ இருக்கக் கூடாது. மாணாக்கர்களுக்கான குறிப்பானது தெளிவாகவும், முழுமையாகவும், சுருக்கமாகவும் இருக்கவேண்டும். பெரும்பாலான வினாக்களுக்குப் பல விடைகளைக் கொடுத்து அவற்றில் சரியான விடை எழுதக் கூறும்போது குருட்டுத்தனமான விடைகளை எழுதுதல் குறைக்கப்படுகிறது.

தேர்வுகளை ஒரு நிலையாக்குதல்

(Standardization of tests)

தேர்வுகளை ஒரு நிலையாக்குதல் அல்லது தர அளவுபாடு செய்தல் என்றால் அதனை யார் தயாரித்தாலும், எவர் மதிப்பிட்டாலும், எச் சூழ்நிலையில் மதிப்பிட்டாலும் ஒரே சீரான முடிவைத் தரக்கூடியது என்பதாகும். இச் சோதனையில் புறவயத் தன்மை, நம்பகத் தன்மை, ஏற்புடைமை என்ற மூன்று குணங்களையும் முற்றும் பெற்றுள்ளது எனலாம். பெரும்பாலான புதுமுறைத் தேர்வுகள் ஒரு

நிலையாக்கப் பட்டவைகளாகும். தேர்வுகளை ஒரு நிலையாக்குவதற்கு முன்னர் பெரு வழக்கில் பயன்படுத்தப்படும் உயிரியல் பாடநூலின் பாடப் பொருளை ஆசிரியர் நன்கு அறிதல் அவசியம். அவற்றினின்றும் புதுத்தேர்வின் பல்வேறு வகை சோதனை வினாக்களை அதிக அளவில் தயாரித்தல் வேண்டும். இவ்வாறு தயாரிக்கப்பட்ட சோதனைத்தாளைப் பல ஆசிரியர்களையும் கல்வி நிபுணர்களையும் கொண்ட ஒரு குழுவால் நன்கு பரிசீலனைச் செய்யப்பட்டு தேவையற்ற விபரங்களையும், ஐயம் தரும் தகவல்களையும் அகற்றிவிட வேண்டும். இந் நிலையில் உள்ள சோதனைகளைத் தேர்வு முறையாக செய்யப்படுகிற சோதனைகள் (Tentative test) என வழங்கப்படும்.

இவ்வாறு தேர்வு முறையாக செய்யப்படுகிற சோதனைகளைப் பல்வேறு நகரத்திலுள்ள சுமார் முற்நூற்றுக்கு மேற்பட்ட மாணுக்கர்களுக்கு வழங்கப்படும். அவர்களின் விடைகளைச் சேகரித்து அவற்றை நன்கு ஆராய்ந்து, பெரும்பாலான மாணுக்கர்களால் தவருக புரிந்து கொள்ளப்பட்ட வினுக்களை நீக்குதலோ அல்லது தேவையான திருத்தங்களோ செய்யப்படும். ஐயந்தருபவை இரு பொருள் தருபவை, தெளிவில்லாத விளுக்களையும் அகற்றுதல் வேண்டும். அதன் பின்னர் விளுக்களை எளிமையானதிலிருந்து கடினமானவற்றிற்குச் செல்லுமாறு முறைப்படுத்துதல் வேண்டும். இவ்வாறு தயாரிக்கப்பட்ட விளுக்களை வேறு ஒரு மாணுக்கர் குழுவிற்குக் கொடுத்து அவர்களின் விடையையும் நன்கு ஆராய்ந்து தேவையான திருத்தங்களைச் செய்தல் வேண்டும். மூன்ரும் முறையாக இவ்வாறு திருத்தப்பட்ட விளுக்களை பல்வேறு பகுதியில் உள்ள பல்லாயிரக்கணக்கான மாணுக்கர்களுக்குக் கொடுத்து அவர்களின் விடைத் தாள்களை மதிப்பெண் செய்து தரமான பொதுநிலை அளவைத் தீர்மானம் செய்யப்படுகிறது. இவ்வாறு பல்வேறு முறைகளில் திருத்தி அமைக்கப்பட்ட சோதனைகளை தர அளவுபாடு செய்த சோதனைகள் (Standardised tests) என்கிரேம். இவ் வினுக்களானது எளிய மொழியில் ஒழுங்குச் செய்யப்பட்டு நல்லமுறையில் அச்சிட்டு ஒரே சீராக அமைக்கப்படுகிறது.

புதுமுறைச் சோதனைகள்—சில வகைகள்

அறிவியல் கற்பித்தலில் ஐம்பது வகையான புதுமுறைச் சோதனைகள் உள்ளன. ஆனுல் நடைமுறையில் ஐந்தாறு வகைகள் தான் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. பொதுவாக சோதனைகளை இரண்டு படிவங்களில் (Form) பிரிக்கலாம். ஒன்று நினைவு கூர்ந்து சுதந்திரமாக விடையெழுதும் வகை (Free response or Supply type). இப் பிரிவில் ஆய்வு வகைகள் (Research type), கட்டுரை வகைகள் (Essay type), குறுகிய விடை வகைகள் (Short Answer type), ஒரு

வார்த்தை அல்லது சொற்றொடர் கொண்டு பூர்த்திச் செய்யும் வகை (one word or phrase or Completion type) ஆகும். இரண்டாவது பிரிவு பொறுக்கு வகைச் சோதனையாகும் (Choice type). இவற்றில் சரியான விடையை பொறுக்கிக் கூறுதல், சரி-தப்பு சோதனை வகைகள், இணைக்கும் சோதனைகள், பல் வினுக்களுக்கான விடைப்பட்டியல் வினுக்கள் (Master list Questions) யாவும் அடங்கும். இவைகளில் சிலவற்றை இங்கு ஆராயலாம்.

பல்விடையில் தேர்வு சோதனை

(Multiple choice type)

இதன் கீழ்வரும் வினுக்கள் மூலம் சரியானதும் தவறுனதுமான விடைகளைக் கொடுத்து சரியான விடையைத் தேர்ந்தெடுக்கும் திறனைச் சோதித்தறியலாம். இவ்வாறு பல விடைகளைத் தயாரித்தல் சற்று கடினமாயிருப்பினும் அவற்றின் மூலம் கற்றலின் ஆழத்தை மீட்டறி விடைகளின் திருத்தத்தைக் கொண்டு ஒருவாறு அறியலாம். இவ்வகைச் சோதனைகளில் குருட்டுத் தனமாக விடையளிக்கும் வாய்ப்பு குறைவேயாகும். எனவே இது அதிகமாக வழக்கில் உள்ளது. பாடப் பொருள்கள், கருத்துப் படிவங்கள், சிந்திக்கும் திறன் போன்றவைகளை நன்கு சோதிக்க தேர்வாளர்கள் இதனையே பொதுவாகத் தேர்ந்தெடுப்பார்கள். நன்கு தயாரிக்கப்பட்ட பொறுக்குவகைத் தேர்வுகள் ஏனையவகை புதுமுறைத் தேர்வுகளை விட அதிக அளவு நம்பகத் தன்மை, ஏற்புடைமையைக் கொண்டிருக்கும். பலவகையான கற்பித்தலின் விளைவுகளையும், பாடத் திட்டத்தின் அதிக அளவு எல்லையை தழுவக் கூடிய வகையில் மதிப்பீடுச் செய்ய உதவுகிறது. மதிப்பெண்களைப் புறவயத் தன்மையால் மதிப்பிட உதவுவதுடன் உத்தேசமான முறையில் விடையளித்தலைக் குறைக்கிறது. இதில் ஒரு குறிப்பிட்ட வினுவிற்கு நான்கு அல்லது ஐந்து இனங்கள் விடைகளாகக் கொடுக்கப்பட்டிருக்கும். இவ்வகை வினுக்களில் முதல்பாகமாகிய 'அடி' பாகம் (Sterm) முழுமைப் பெருத வாக்கியமாகவோ, வினு வாக்கியமாகவோ, அல்லது ஓரிரு வாக்கியங்களைக் கொண்டோ தேவைக்கு ஏற்றவாறு இருக்கும். இப்பகுதியானது சரியான விடைக்கான தகவல்களைக் கொடுப்பதாக அமைக்கப்படும். இரண்டாவது பகுதி பல்வேறு விடைகளைக் கொண்டிருக்கும். அவற்றில் ஒன்று சரியானதாகவும், ஏனையவை சரியான விடை அறியாதவர்களுக்கு அனைத்தும் பொருத்தமாக இருப்பது போன்றும் தோன்றும். இவற்றில் பொருத்தமான ஒன்றை மாணுக்கர்கள் தேர்ந்தெடுத்து விடையளிக்க வேண்டும். பொருத்தமான விடைகளின் எண்ணிக்கையை அதிகரிக்கச் செய்யும்போது உத்தேசமாக விடையளிக்கும் வாய்ப்பு குறைக்கப்படுகிறது. ஐந்து விடைகள் இருக்கும்போது 20 சதவீதமாகவும் நான்கு விடைகள்

உள்ளபோது 25 சதவீதம் தான் உத்தேச விடை தருவதாக அமைகிறது.

இத்தேர்வு வகையின் தேர்ச்சித் தரத்தை உயர்த்த சில கருத்துக்களைக் கவனத்தில் கொள்ளல் நன்மை விளைவிக்கும். ஆரம்ப நிலையில் உள்ள அதிக தேர்ச்சிப் பெருத தேர்வாளர்கள் முடிவில்லா வாக்கியங்களாக வினுவினை அமைப்பதற்குப் பதிலாக நேரடி வினுவாகவே கேட்கலாம். இவைகள் தெளிவாக இருப்பதுடன் வாக்கிய அமைப்பில் உள்ள இலக்கண குறைபாடுகளின் வாயிலாக விடைகளை ஊகிக்கும் அபாயத்தைக் குறைக்கிறது. அனுபவமுள்ள தேர்வாளர்கள் முடிவுப்பெற்ற வாக்கியங்களாக அமைப்பதையே விரும்புவார்கள். கவனமாக அமைக்கப்படும் வாக்கியமுறை விடையின் நீளத்தைக் குறைக்கும். விடைகளாக அமைக்கப்படுபவை ஒரே வகையைச் சேர்ந்தவைகளாகவும், ஏறக்குறைய சரியான விடைபோல் தோன்றுவதோடு மாணுக்கர்கள் படிக்கவும், தேர்ந்தெடுக்கவும் சிந்திக்க வைக்கக் கூடியதாகவும் இருக்கவேண்டும். பொறுக்கு விடைகளாகத் தருபவை, தகுதியற்றவைகளாகவும், தொடர்பேயன்றி இருந்தால் யாதொரு பயனும் விளையாது. வினுவின் முதற்பகுதியில் பாடப்பொருள் பற்றிய பல இனங்கள் அமைக்கப்படல் வேண்டும். இதனுல் நன்கு அறிந்த மாணுக்கர்கள் விடையைத் தேர்த்தெடுப்பதற்கு முன்னர் நன்கு ஊகிக்கமுடியும். விடைகளில் பல வார்த்தைகள் திரும்பத் திரும்ப எழுதப்படுவதையும், வினுத்தாளில் இடம், மாணுக்கர்களின் காலம் போன்றவைகளையும், வினுத்தாள் தயாரிக்கும்போது கவனத்தில் கொள்ளவேண்டும். பல விடையில் வினு அதாவது பொறுக்கு வினு-விடை கையாளும்போது கவனத்தில் கொள்ளவேண்டிய கருத்துக் குறித்து இராஜஸ்தான் உயர்நிலைக் கல்வி கழக சார்பில் வினுக்கள் தயாரிக்கும் பணிமனையில் கூறப்பட்டவை இங்கு நினைவுக் கூறுதல் பயனளிக்கும்.

1. நினைவு கூறும் வினுக்கள் அதிகமாக இருக்கும்போது பொருக்குத் தேர்வு வினு தேவையில்லை. அதாவது ஒரே ஒரு சரியான விடை குறிப்பிட்ட கேள்விக்கு இருக்கும்போதும், மனப்பாடம் செய்ய வேண்டியவைகளை நினைவு கூறும்போதும் இவை தேவையில்லை.

2. மூன்று அல்லது அதற்கு மேலும், ஆனல் ஐந்திற்கு மேல் பொறுக்கு விடைகள் தரக்கூடாது.

3. ஒரே ஒரு சரியான விடை மட்டுமே அதாவது அனைவராலும் ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்டது மட்டுமே அவற்றில் இருக்கவேண்டும்.

4. ஒவ்வொரு வினுவிலும் பிரச்சினையானது தெளிவாக இருக்க வேண்டும்.

5. வினாவின் அடிப்பகுதியில் இயன்ற அளவு தேவையான தகவல்கள் அனைத்தும் இருக்குமாறு அமைக்கவேண்டும். பொருக்கு விடைகளில் வினாவில் இருக்கவேண்டிய தகவல்கள் இல்லாமல் பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும். முக்கியத்துவமில்லாத சாதாரணப் பொருளைக் கேட்டு, வினாவை கடினமாக்கி மாணாக்கர்களைக் குழப்பக்கூடாது.

6. மாணாக்கர்களது நிலைக்கு ஏற்றவாறும், பாடப்பொருளுக்கு ஏற்றவாறும், மொழியும் நடையும் இருக்கவேண்டும்.

7. பாடப்பொருள் முழுவதும் வினா தயாரித்தலில் பரவி வருமாறு பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும்.

8. சரியான விடையைத் திரும்ப எடுத்து எழுதுமாறும் அல்லது கோடிட்டு காட்டுமாறும் செய்யவேண்டும்.

9. பாடநூலில் கூறப்பட்டுள்ள மொழியையோ அல்லது வாக்கியத்தையோ பயன்படுத்துவதை தவிர்க்கலாம்.

10. இயன்ற அளவு விடைகளையும், தகவல்களையும், பொருத்தமாகத் தோன்றுவதைப் போல் அமைக்கவேண்டும்.

11. விடைகளாக அமைக்கும்போது சரியான விடை ஏனையவற்றை விடக் கூடுதலாகவோ, குறைவாகவோ, வேறுபட்டுக் காட்டப் படுவதாகவோ இருக்கக்கூடாது.

12. விடைகளாக அமைக்கும்போது ஒருவகை முறையான ஒழுங்காகவோ அல்லது அகர வரிசையிலோ அமைக்கவேண்டும்.

13. சரியான விடையானது முதலிலோ அல்லது இறுதியிலோ நடுவிலோ மற்ற விடைகளைப் போல் கலந்து வருமாறும், மாணாக்கர்கள் தேர்ந்தெடுக்குமாறும் அமைக்கவேண்டும்.

மாணாக்கர்கள் சிலர் செய்யும் பிழைகளை அவ்வப்போது ஆசிரியர் தம் கையேட்டில் குறித்து வந்தால் பல் விடைத் தேர்விற்குகந்த சரியான விடையையும் போலி விடையையும் ஒவ்வொரு வினாவின் கீழும் எளிதாக அமைத்துக் கொள்ளலாம். ஒவ்வொரு வினாவிற்கும் கொடுக்கப்படும் பல் விடைகள் சாதாரணமாக சம எண்ணிக்கையாக இருக்கவேண்டும். அப் பல் விடைகள் வினாவாக்கியத்தின் கீழ் வரவேண்டும்.

பல் விடையில் தேர்வு விடையளித்தலில் ஊகத்திற்கு இடம் அதிகம் உண்டாகையால் மாணாக்கர்களைச் சரியாக சிந்திக்க வைக்கும் பொருட்டு பின்வரும் நடைமுறையை மேற்கொள்ளலாம். ஒவ்வொரு வினாவிற்கும் n விடைகள் கொடுக்கப்பட்டிருப்பதாகவும்

அவ்வாறு N விடைகள் இருப்பதாகவும் வைத்துக் கொள்வோம். அவற்றிற்கு ஒரு மாணுக்கர் அளித்துள்ள விடைகளில் R சரியான விடைகளும் W தவருன விடைகளும் இருந்து L விளுக்கள் முயற்சிக்கப்படாமல் விட்டிருந்தால்

$N = R + W + L$ ஆக இருக்கும். அத்தகைய நிலையில் அம் மாணுக்கனுக்கு அளிக்கப்பட வேண்டிய மதிப்பெண் S ஐ $S = R \frac{W}{(n-1)}$ என்ற விதியின் மூலம் காண்கிருேம். இதன் மூலம் குருட்டு ஊகத்தை ஓரளவு கட்டுப்படுத்த இயலும். இம் மதிப்பெண்ணை எளிதில் கணக்கிடும் பொருட்டு n இன்மதிப்பை 3 அல்லது 5 ஆகக் கொள்கிருேம். அதனுல் $\frac{W}{n-1)}$ ஆனது $\frac{1}{2}$W அல்லது $\frac{1}{4}$W ஆகிறது. பொதுவாக nக்குரிய எண் 5க்கு மிகாமல் இருத்தல் விரும்பத் தக்க ஏற்பாடாகும்.

எடுத்துக்காட்டு

ழ்க்கண்டவற்றுள் சரியான விடைக்கான எழுத்தை பகர வளைவு அடைப்பில் இடுக.

1. திமிங்கிலம் எந்த இனத்தைச் சார்ந்தது ?
   (அ) மென்உடலிகள் (ஆ) மீனினம் (இ) நிலநீர் வாழினம் (ஈ) ஊர்வன இனம் (உ) பாலூட்டியினம். [ ]
2. தாவரங்கள் ஒளிச் சேர்க்கையின்போது வெளியிடும் வாயு
   (அ) கரியமிலவாயு (ஆ) ஆக்ஸிஜன் (இ) நைட்ரஜன் (ஈ) ஹைட்ரஜன் (உ) குளோரின். [ ]
3. பாம்பு தன் உடலை எத்திசையிலும் எளிதாக திருப்ப முடியக் காரணம்.
   (அ) வலுவான தசை (ஆ) அதன் குறுகிய உடம்பு (இ) செதிள்கள் (ஈ) பந்து கிண்ண மூட்டுகள் (உ) முள்ளெலும்புகள். [ ]
4. தவளை நீரில் இயங்க பயன்படும் பகுதி அதன்
   (அ) வழவழப்பான உடல் (ஆ) விரல்கள் (இ) விரலிடைத் தோல் (ஈ) முன்னங்கால்கள் (உ) பாதச் செதிள்கள். [ ]
5. வைட்டன் 'C' யின் குறைவினுல் ஏற்படும் வியாதி
   (அ) ரிக்கட்ஸ் (ஆ) பார்வைக் குறைவு (இ) மலட்டுத் தன்மை (ஈ) ஸ்கர்வி (உ) பெரி பெரி. [ ]

மெய்—பொய் வகைச் சோதனை (True false type

பல் விடையில் தேர்வு வினாவின் கீழ்வரும் விடைகளின் எண்ணிக்கையை இரண்டாக்கினால் அது மெய்-பொய்த் தேர்வு வினாவாக மாறிவிடும். இதில் மாணுக்கர்கள் குறிப்பிட்ட வாக்கியத்தைப் படித்து சரி அல்லது தவறு என்று குறிக்க வேண்டும். இவ் வாக்கியங்களில் உள்ள கருத்தானது உடன்பாடு, எதிர்மறை முறையில் இரண்டு வகையான விடைகளைக் கொண்ட வினாக்களாக அமைக்கப்படும். இம் முறையில் ஆம்-இல்லை, சரி-தவறு, மெய்-பொய் என்று விடையளிப்பதாகும். இவ்வகை வினாக்களின் வாயிலாக நிலை நிறுத்தப்பட்ட உண்மைகள், கொள்கைகள், கருத்து படிவங்கள் (Concepts) பொதுவிதிகள் போன்றவைகளையும் சோதித்தறியலாம். மாணுக்கர்களின் தேர்ச்சியைப் பொதுவாகவும் பரவலாகவும் மதிப்பிட இவ்வகை வினாக்கள் பெரிதும் உதவுகின்றன. இவற்றை அமைத்தல் மிகவும் எளிதெனினும், குருட்டு ஊகத்திற்கும் சரிபாதி இடமிருப்பதால் அவற்றைத் தயாரிக்கையில் பின் வருவனவற்றைக் கருத்தில் கொள்ள வேண்டும்.

1. மெய் என்ற விடைகளும் பொய் என்ற விடைகளும் கிட்டத்தட்ட சம எண்ணிக்கையாக இருக்கவேண்டும்.

2. இவ்விரு விடைகளும் கூட்டாக இரு தொடர் வரிசைகளில் வராமல் இயன்றவரை மாறி மாறி வருமாறு வினாக்களை வரிசைப்படுத்த வேண்டும். வினாவாக்கியத்தில் 'பொடி' வைப்பதோ குறிப்பு தருவதோ விரும்பத் தக்க ஏற்பாடல்ல இதன் தரத்தை உயர்த்த, பாதி சரியானதும் பாதி தவறுனதுமான விடைகளை அமைப்பதைத் தவிர்த்தல், பாட நூலிலிருந்து வாக்கியங்களை அப்படியே எடுத்து கையாளுதலைத் தவிர்த்தல் போன்றவையாகும். கொடுக்கப்படும் தொடர்கள் நீண்ட வாக்கியங்களாக அமைத்தல் கூடாது. விடைத் தொக்கி நிற்கும் வினாக்களும், இரு பொருள் தரும் தொடர்களையும் தவிர்க்கப்படல் வேண்டும். உடன்பாட்டு வாக்கியங்களையே இயன்றவரை உபயோகிக்க வேண்டும். இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட கருத்துக்கள் அடங்கிய கூட்டு வாக்கியங்கள் வருதல் கூடாது. இதில் ஒரே ஒரு வேறு விடை இருப்பதால் ஐம்பது சதவீத ஊகத்திற்கு வாய்ப்பு உள்ளது. அப்போது $S = R - \frac{W}{(n-1)}$ என்ற விதியில் $n = 2$ ஆவதால் அத்தகைய விடைகளுக்கு கொடுக்கப்பட வேண்டிய மதிப்பெண்ணை $R-W$ குறிக்கும். இவ்வகை வினாக்களைக் குறைத்துக் கொண்டு அமைப்பது நல்லது.

எடுத்துக்காட்டு

1. பகலில் தாவரங்கள் ஆக்ஸிஜனை வெளிவிடுகின்றன.

2. நுரையீரல் தமனியில் ஆக்ஸிஜன் கலந்த இரத்தம் செல்லுகிறது.

3. இடது ஆரிக்கஞக்கும், இடது வென்டிரிக்களுக்கும் இடையே ஈரிதழ் வால்வு காணப்படுகிறது.

4. கீரை, காய்கறிகள், பழங்கள் உட்கொள்வதால் மலச்சிக்கல் ஏற்படும்.

5. எலும்பு உறை பெரி கார்டியம் எனப்படும்.

6. சிறுநீரகத்தின் வெளிப்பகுதி கார்டெக்ஸ் எனப்படும்.

7. மேல் கை எலும்பும், தோள்பட்டை எலும்பும் சந்திப்பது பந்து கிண்ண மூட்டாகும்.

8. கார்போஹைட்ரேட்டு ஆக்ஸிகரணத்தின்போது சிதைவடைந்து நீரையும், கரியமில வாயுவையும் கொடுக்கிறது.

9. கபாலம் அசையும் மூட்டுகளால் ஆனது.

10. தண்டுவடம் முள்ளெலும்பினுல் உண்டாகும் குழலினுள் செல்லுகிறது.

நிரப்பு சோதனை வகைகள் (Completion types)

இது இருவகைப்படும். ஒரு வார்த்தையையோ அல்லது ஒரு சொற்றொடரையோ விடையாக உள்ள நேரடி வினுவாகவும் ஒரு தகவலைக் கொண்ட வாக்கியம் அல்லது விதியானது முக்கியமான வார்த்தை அல்லது சொற்றொடர் விடுபட்டு பூர்த்தியாகாமல் அமைத்து விடுபட்ட இடத்தை நிரப்ப செய்வதாகும். இதில் மாணுக்கர்கள் மீட்டறிதலுக்குப் பதிலாக தேவையான விடையை அளிக்கிறுர்கள். இவ்வகையில் இருவிதங்களாக வினுக்களை அமைக்கலாம் அடிப்படை விதிகளையோ, செயல்களையோ ஒட்டிய சிறு வினுக்களாகவோ, தகுந்த செயல்களையும் வார்த்தைகளையும் நினைவு கூர்ந்து, காலி இடங்களை நிரப்பி விடை தருமாறு உள்ள வினுக்களாகவோ இவை இருக்கலாம். சரியான விடைகளை மாணுக்கர்கள் அமைக்க வினுக்களும் காலி இடங்களும் மிக்க கவனத்துடன் அமைக்கப்படல் வேண்டும். இச் சோதனை வகையின் தரத்தை உயர்த்த, பொதுவாக ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்ட சரியான விடையான முக்கிய வார்த்தை அல்லது சொற்றொடரை நீக்கி விடுவது, சரியான தகவல்களைக் கொண்ட வாக்கியங்களைப் பயன்படுத்துவது, பாடநூலிலிருந்து அதே வாக்கியங்களை, சொற்றொடரை கையாளாமல் இருப்

பது, சரியான விடைக்கு ஏற்றவாறு இலக்கண அமைப்பைக் கொடுக்காமல் தவிர்ப்பது, விடைக் கேற்றவாறு காலி இடத்தின் எண்ணிக்கை, நீளத்தைக் கொடுப்பது போன்றவை மிகுந்த பயன் விளைவிக்கும். நிரப்பு சோதனை வகைகள் அதிகமாக வழக்கத்தில் உள்ளவையாகும். மாணுக்கர்களின் பொருளறிவைச் சோதிக்க இவைகள் பயன்படுகின்றன. மாணுக்கர்களுக்கும் இதில் அதிக மான எழுத்து வேலை இல்லை. மிகவும் சிக்கலானப் பொருள்களையும் இம் முறைச் சோதனையால் தேர்வு செய்யலாம். இவ்வகை சோதனையானது அமைப்பதற்கு மிகவும் எளிது. பாடப் பொருள் பற்றிய அறிவைச் சோதிப்பதற்கு மிகவும் எளிதாகப் பயன் படுத்தலாம்.

எடுத்துக்காட்டு

1. பூக்களில் ______________ ப் பிறகு கருவுறுதல் நடை பெறுகிறது.

2. நீரின் மூலம் மகரந்தசேர்க்கை நடைபெறும் தாவரம் ______

3. இரைப்பை நீரில் சுரக்கும் ஜீரண நீர் ______________ தன்மை உடையது.

4. மலேரியா கிருமி __________ என்ற ஒருவகை கொசுவால் பரவுகிறது.

5. பாலூட்டினப் பிராணிகளில் மார்பு பாகத்தையும் வயிறு பாகத்தையும் __________ என்ற தசைத்தட்டு பிரிக்கிறது.

6. மேல்கையின் முன்புறத்தில் ____________ என்னும் தசை இருக்கிறது.

7. ஆக்ஸிஜன் உதவி இல்லாமல் குளுக்கோஸ் சிதைவடைந்து ஆல்கஹால், கரியமில வாயு இவைகளை உண்டாக்கும் மாற்றத் திற்கு ________________ என்று பெயர்.

8. அரோரூட் மாவு, ஜவ்வரிசிக் கஞ்சி _______________ க்கு சிறந்த மருந்தாகும்.

9. கபால எலும்புகள் _____________ மூட்டிற்கு உதாரணம்.

10. எலும்புகளில் காணப்படும் இரசாயனப் பொருள் ________ எனப்படும்.

இணைக்கும் சோதனை வகைகள் (Matching types)

இவ்வகைப் பொருத்தல் வினுவின் மூலம் மாணுக்கர்களின் தகவலறிவின் திட்டவட்டத் தன்மையைச் சோதித்தறியலாம்

ஒன்றுக்கொன்று தொடர்புள்ள செய்திகளை இரண்டு வரிசைகளில் அமைத்து, அவற்றுள் பொருத்தமானவற்றைச் சேர்க்குமாறு செய்தல் இம்முறைச் சோதனையாகும். இதில் மாணுக்கர்களின் மீட்டறி திறனுனது வெளிப்படுகிறது. இத்தகைய விஞக்களைத் தயாரிக்கையில் சில கருத்துக்களை மனதில் கொள்ளவேண்டும். அவையாவன:

1. ஒவ்வொரு விஞவின் கீழும் பொருத்தப்பட வேண்டிய உருப்படிகளை இரு பத்திகளில் கொடுக்கவேண்டும். 2. அவ்விரு பத்திகளில் ஏதாவது ஒன்றின் கீழ் வரும் உருப்படிகள் மற்றதின் கீழ் வருவதைவிட ஒன்றிரண்டு கூடுதலாக இருத்தல் நல்ல ஏற்பாடாகும். 3. பொருத்தல் இணைகள் நேருக்கு நேராக வருமாறு அமைந்திருக்கலாகாது. 4. ஒரு விஞவின் கீழ்வரும் பொருத்தல் உருப்படிகள் ஒரு குறிப்பிட்ட தலைப்பின் கீழ் அமையுமாறு இருக்க வேண்டும். 5. இவ்வகை விடையளித்தலில் குருட்டு ஊகத்திற்கு அதிக இடமில்லாமைக் காரணமாக தவருன விடைக்காக மதிப்பெண்ணைக் குறைக்கும் ஏற்பாட்டிற்கு அவசியமில்லை.

உதாரணம் :

பொருத்துக

		A		B
I.	1.	இதயத்தசை	(அ)	நீண்டதசை
	2.	சுருக்குத்தசை	(ஆ)	மேற்கை எலும்பின் முன்புறத்தசை
	3.	கெண்டைக் கால்தசை	(இ)	மேற்கை எலும்பின் பின்புறத்தசை
	4.	முத்தலைத் தசை	(ஈ)	நிமிடத்திற்கு 72 முறை சுருங்கி விரியும் தசை
	5.	இருதலைத் தசை	(உ)	மலக்குடலில் பொருந்தியுள்ள தசை
			(ஊ)	கழுத்திலுள்ள தசை

குறுகிய விடை விஞக்கள் (Short Answers or Free response type)

இவ்வகை விஞக்கள் மிகச் சுருங்கிய முறையில் விடையைக் கொண்டவை. இவைகள் எளிய நினைவுகூர் சோதனை வகைகளாகும். விடைகள் ஒரு சொல், ஒரு சொற்ருெடர் அல்லது ஓரிரு வாக்கியங்களாக இருக்கும்.

உதாரணம் :

1. பித்தநீர் எங்கு ஊறுகிறது ?

2. உமிழ்நீரில் காணப்படும் நொதி யாது ?

3. தாவரங்கள் செழித்து வளர ஏற்ற மண் யாது ?

4. அட்டை இரத்தத்தை உறிஞ்சுகையில் இரத்தம் உறைவதில்லை ஏன் ?

5. முதல் முள்ளெலும்பின் பெயர் யாது ?

6. எலும்புக் கூட்டின் பயன் யாது ?

7. உணவில் அடிக்கடி கீரையினைச் சேர்த்துக் கொள்ள வேண்டும். எதற்காக ?

8. சிவப்பணு உண்டாகும் இடம் எது ?

9. வண்ணத்துப் பூச்சியினால் மலருக்கு என்ன நன்மை ?

10. அமீபா எந்த உயிரினத் தொகுதியைச் சார்ந்தது ?

பல்வினாக்களுக்கான விடைப்பட்டியல் வினாக்கள் (Master list Questions)

பல்விடை பொருக்கு வினா-வகையில் இது மிகவும் சிக்கனமான ஒரு வகையாகும். இதில் ஒரு குறிப்பிட்ட விடைப் பொருளுக்கான பட்டியலை (Safty alternatives)க் கொடுத்து அதிக எண்ணிக்கையில் வினாக்களும், தகவல் கோரும் வாக்கியங்களும் கேட்கப்படும். இவ் வினாக்களுக்கான விடையை, விடைப் பட்டியலிலிருந்து, தேர்ந்தெடுத்து எழுதவேண்டும். ஒரே விடை கூட பல வினாக்களுக்கும் பொருந்தியும் வரும். அதாவது பல வகையான வினாக்களுக்கு ஏற்ற பல வகையான விடையானது ஒரே விடைப் பட்டியலில் இருக்கும்.

உதாரணம் :

விடைப் பட்டியல் (Master list)

(அ) கார்போஹைட்ரேட்டு

(ஆ) கொழுப்புகள்

(இ) தாது உப்புகள்.

(ஈ) புரதம்.

(உ) வைட்டமின்கள்.

கீழ்க்கண்ட வினாக்களுக்குப் பொருத்தமான விடையை விடைப் பட்டியலிலிருந்து பொறுக்கி எடுத்து அதற்கான எழுத்தை வினாக்களுக்கு எதிரே உள்ள காலி இடத்தில் எழுது.

_______________ (1) திசுக்களை உண்டாக்கவும், பழுதடைந்த திசுக்களைப் புதுபிக்கவும் உதவுகிறது.

_______________ (2) ஸ்கர்வி, ரிக்கட்ஸ் போன்ற வியாதிகள் வராமல் பாதுகாக்கின்றன.

_______________ (3) வாயில் உமிழ் நீரால் ஓரளவு ஜீரணிக்கப் படுகிறது.

_______________ (4) பாலாடை, வெண்ணெய் ஆகியவற்றில் அதிகமாகக் காணப்படும் உணவுச் சத்து யாது.

_______________ (5) உறுதியான எலும்பு, பல்வளர்ச்சிக்கும், மற்றும் இரத்தம், புரோட்டோ பிளாசம் ஆகியவற்றிற்கும் தேவையானதாகும்.

_______________ (6) நைட்ரஜன் கலந்த உணவு என்பது யாது?

_______________ (7) சர்க்கரைப் பொருள்களும் மாவுப் பொருள்களும் இதனைச் சேர்ந்ததாகும்.

_______________ (8) இவை ஆக்ஸிகரணம் அடைவதற்கு, ஏனைய உணவுப் பொருள்களைவிட அதிக அளவு ஆக்ஸிஜன் தேவைப்படுகிறது.

_______________ (9) இவைப் பெரும்பாலும் தண்ணீரின் மூலமாகக் கிடைக்கிறது.

_______________ (10) இவை .அமினோ அமிலங்கள் என்ற எளிய கூட்டுப் பொருளால் ஆனவை.

_______________ (11) கீரை வகை உணவுப் பொருள்களில் வைட்டமின்களுடன் இவையும் சேர்ந்து காணப்படுகிறது.

_______________ (12) இவை அதிகமாக கொதிக்க வைப்பதாலோ, குளிர்ச்சி அடைய செய்வதாலோ அழியக் கூடியவை.

இது பல்விடை பொறுக்கு வினவை மாற்றி அமைக்கப்பட்ட ஒருவகையாகும். இதனால் வினாத்தாளில் இடச் சிக்கனத்தோடு குறிப்பிட்ட ஒரு பாடத் தலைப்பில் பலவகையான தகவல்களை விரிவான அளவில் கேட்டுச் சோதித்தறியலாம். வினவின் அடிப் பகுதியானது (Stem) சில தகவல்களைக் கோருவதாகவும் வேறு சில பாட அறிவைப் பயன்படுத்தி விடையளிப்பதாகவும் இருக்கும். பல் விடை பொறுக்கு வினக்கள், இணைப்பு வினக்கள் போன்றவைகளைத் தயாரிக்கும்போது கவனிக்கவேண்டிய முன்னெச்சரிக்கைகள் இவ்வகை வின தயாரிக்கும் போதும் கருத்தில் கொள்ளவேண்டும்.

சோதனைகளை நடத்துதல்
(Administering the test)

பல வகைகளில் சோதனைக்கான வினக்களைத் தயாரித்த பின்னர் மாணாக்கர்களுக்குத் தேர்வு நடத்த வேண்டும். தேர்வு நடத்தும் போது கீழ்க்கண்ட குறிப்புகளைக் கருத்தில் கொள்ளவேண்டும்.

1. கட்டுரை வகை வின, குறுகிய விடைக்கான வின, மற்றும் புதுமுறை வினக்கள் ஆகிய வகைகளில் வினக்கள் கேட்கப்பட்டிருந்தால் அவை ஒரே நேரத்தில் ஒன்ருகத் தரக் கூடாது. புதுமுறைத் தேர்வு வினக்களை முதலிலும், கட்டுரை வகை வினக்களை இறுதியிலும் தரப்படல் வேண்டும்.

2. தேர்வுகள் தொடங்குவதற்கு முன்னர், வழக்கமான இருக்கை வசதி, வெளிச்சம் போன்றவைகளைக் கவனிக்கவேண்டும்

3. மாணாக்கர்கள் விடையளிக்கப் போதுமான அளவு நேரம் ஒதுக்குதல் மிகவும் அவசியமாகும். குறைந்தது 75 சதவீத மாணாக்கர்களாவது எல்லா வினக்களுக்கும், பதிலளிக்கத் தேவையான நேரத்தைக் கொடுக்கவேண்டும்.

4. மாணாக்கர்கள் விடையளிக்க வேண்டிய முறை, ஒவ்வொரு வினவிற்குமான மதிப்பெண்கள், மதிப்பெண் இடுதலில் பயன்படுத்தும் வழிமுறைகள் குறித்துத் தெளிவான குறிப்புரை வினத்தாள்களில் கொடுக்கப்படல் வேண்டும்.

சோதனைத் தாளுக்கு மதிப்பெண் இடுதல் (Scoring the test)

சோதனையில் கொடுக்கப்பட்ட வினக்களுக்கு மதிப்பெண் இடச் சரியான விடைகளை விடை-திறவுகோலாகத் (Key-Answers) தயாரிக்க வேண்டும். மதிப்பெண்கள் இடும் முறை எளிதாக்கப்படல் வேண்டும். புறவயத் தன்மையில் மதிப்பெண் இடும் வகையில் ஒவ்வொரு விடைக்கும் ஒரு மதிப்பெண் எனக் கொள்ளலாம்.

பெற்ற மதிப்பெண்களின் அடிப்படையில் நூற்றிற்கு இத்தனை என்றோ, அல்லது எழுத்தைப் பயன்படுத்தி, எழுத்து முறையில் தரம் பிரித்தோ, வார்த்தைகளைக் கொண்டு விளக்கியோ மதிப்பீடு செய்யப்படும். பல் விடை பொறுக்கு வினாவிற்கு $S = R - \frac{w}{(n-1)}$ என்ற வாய்பாட்டின்படி மதிப்பெண்கள் அளிக்கப்படும். சாதாரணமாக இவ் வாய்பாடு சரி-தவறு சோதனைகளுக்கும், பல் விடை பொறுக்குச் சோதனைகளுக்கும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. சரி-தவறு வினாக்களுக்கு $S = R - w$ என்ற வாய்பாடு பயன்படுத்தப்படும். இணைப்புச் சோதனைகளை நன்முறையில் தயாரிக்கப்பட்டால் அதில் உத்தேச விடையளித்தலுக்கு வாய்ப்பு இருக்காது. அதற்கு இம் முறையினைப் பயன்படுத்த வேண்டுவதில்லை.

சோதனையை மதிப்பீடு செய்தலும் விளக்கம் காணுதலும் (Evaluvating the test and interpreting the results)

சோதனைக்குப் பின்னர் மாணாக்கர்கள் தேர்வில் பெற்ற மதிப்பெண்ணை, மதிப்பீடு செய்வதும், விளக்கம் காணுவதும் பெரும் பயனளிக்கும். மாணாக்கர்களின் முன்னேற்றத்தின் தரம், குறிப்பிட்ட நோக்கம், நிறைவேறிய தன்மை, கற்பித்தலின் தரம், பாட ஏற்பாடு (Curriculum), நடத்தப்பட்ட சோதனையின் தரம் போன்றவைகளை இதனால் நன்கு அறியலாம். முடிவுகளை மாணாக்கர்கள் வாரியாகவும் பாடப்பொருள்கள் வாரியாகவும், இரண்டையும் அறியும் வகையில் ஒரே அட்டவணையில் (Two Dimentional Chart) அட்டவணைப்படுத்தி, குறிப்பிட்ட மாணாக்கரைப் பற்றியும், குறிப்பிட்ட பாடப் பொருள் பற்றியும் ஆராய்ந்து மதிப்பீடு செய்யலாம். குறிப்பிட்ட பாடத்தை மாணாக்கர்கள் புரிந்து கொள்ளும் அளவிற்கு முதிர்ச்சி அடைந்துள்ளனரா அதாவது அவர்களது முதிர்ச்சிக்கு கடினமானதா அன்றி எளியதா என்பதை அறிந்து கற்பிக்கும் முறையையும், கல்வி ஏற்பாட்டையும் கூடத் திருத்திக் கொள்ளலாம். இவ்வாறு அட்டவணை பாடப் பகுதி வாரியாகவும், வகுப்பு வாரியாகவும், தனி மாணாக்கர்கள் வாரியாகவும், பள்ளி வாரியாகவும் தயாரிக்கலாம். இவற்றிலிருந்து மதிப்பீடுதல் மாணாக்கர்களின் அடைவு திறனை அளப்பதோடு, பாட அமைப்பு, கற்பிக்கும் முறை, தேர்வு நடத்தும் முறை, ஆசிரியர், மாணாக்கர்கள் ஆகிய அனைத்து அபிவிருத்திக்கும் உதவுகிறது என்பதை நாம் உணரலாம்.

செயல்முறைச் சோதனைகள்

அறிவியல் கற்பித்தலில் இம்முறைச் சோதனைகள் மிகவும் அவசியமான ஒன்றாகும். அறிவியலில் செய்முறைத் தேர்வின் நோக்கம்

ஆய்வக சம்பந்தமான வேலைகளில் மாணுக்கர்களின் பயிற்சித் திறனையும், காலத்தை வீணுக்காமல், திறமையாகவும், சுத்தமாகவும் பரிசோதனைகளைச் செய்தல் போன்றவைகளை அறிதலாகும். துணைக்கருவிகளைக் கையாளும் திறன், உற்றுநோக்கி அறியும் திறன், திறமையான முறையில் உயிரியல் பொருள்களை அறிந்து அல்லது பிரித்தெடுத்துப் பாகங்களைக் காண்பிக்கும் திறன், சிறிய அளவில் அளவீடுகளை எடுக்கும் செயல்கள், தாவரங்களை இனம் கண்டுபிடித்தல் போன்றவைகளைச் செய்முறைத் தேர்வாகக் கொள்ளலாம். ஆயினும் உயர்நிலைப் பள்ளியில் இவற்றை நடைமுறையில் மேற்கொள்வது கடினமாக இருக்கலாம். இதனுல் காலச் செலவு அதிகம் ஏற்படக் கூடும். இத் தேர்விற்கு ஏற்றவாறு தரவாரியான செய்முறைச் சோதனைகளைத் தேர்ந்தெடுப்பதும் கடினமாகும். ஒவ்வொரு மாணுக்கனுக்கும் தேவையான துணைக்கருவிகளைப் பெறுவதற்கு அதிகப் பொருட் செலவும் ஆகும். தற்போது நடைமுறையில் உள்ளதுபோல் கல்லூரி நிலைக்கு ஏற்றது எனினும் வசதியும், வாய்ப்பும் உள்ள உயர்நிலைப் பள்ளிகளில் இவற்றைப் பயன்படுத்தலாம்.

வினுக்கள்

1. மதிப்பிடுதலுக்கும் சோதனைக்கும் உள்ள வேறுபாடுகள் யாவை ? மதிப்பீட்டின் சிறப்பு அம்சங்களையும் பயனையும் கூறு.

2. உயிரியலில் கீழ்க்கண்ட சோதனை முறைகளை விளக்கு.
   1. முன்னறி சோதனை.
   2. குறையறி சோதனை.
   3. அடைவுச் சோதனை.

3. சிறந்த தேர்விற்கான அடிப்படை அம்சங்கள் யாவை ?

4. உயிரியலில் மாணவர்களின் தேர்ச்சியை அறிய எவ்வகையான சோதனை சிறந்தது என எண்ணுகிருய் ? ஏன் ?

5. கட்டுரை வகைச் சோதனையின் நிறை, குறைகள் யாவை ? அதனை எவ்வாறு அபிவிருத்தி செய்து உயிரியல் தேர்ச்சியினைச் சோதனை செய்து அறிய உனது யோசனைகள் யாவை ?

6. புறவயப்பட்ட சோதனைகள் அல்லது புதுமுறைத் தேர்வின் சிறப்பு அம்சங்கள், குறைகள், யாவை ? அதனை எவ்வாறு தயாரிப்பாய் ?

7. தேர்வுகளை ஒருநிலையாக்குதல் என்ருல் என்ன ?

பிற்சேர்க்கை

உயிரியல் ஆசிரியர்

கற்பித்தலானது மிகவும் திறமையாகவும், பயனுள்ளதாகவும் இருக்க சிறந்த ஆய்வக வசதி, மற்றும் துணைக்கருவிகளோடு, கற்பிக்கும் ஆசிரியர் மிகவும் தகுதி பெற்றவராக இருக்கவேண்டும். கல்வியின் தரமானது ஏனைய பிறவற்றோடு ஆசிரியரின் தரத்தையே பெரிதும் சார்ந்துள்ளது எனலாம். சிறந்த முயற்சியும், ஆர்வமும் சுறுசுறுப்பும், தன்முனைப்பும் உள்ள ஆசிரியர் போதுமான ஆய்வக வசதியோ, மற்றும் துணைக்கருவிகளின் குறைவோ இருப்பினும் அதனைப் பொருட்படுத்தாது, சொந்தமாகத் துணைக்கருவிகளைத் தயாரித்தும், உள்ளூர் மூலவளங்களைப் பயன்படுத்தியும், பரிசோதனைகளைச் செய்துகாட்டியும் திறமையான முறையில் தனது பணியினைச் செய்யலாம். உயிரியல் ஆசிரியர் பிற ஆசிரியர்களுக்கான தகுதியுடன், சில குறிப்பிட்ட தகுதிகளையும் பெற்றிருத்தல் அவசியமாகும். அவை முதலாவதாக, அடிப்படைக் கல்வித் தகுதியாகும். உயர்நிலைப் பள்ளியில் உயர் வகுப்பிற்கான ஆசிரியர் பி.எஸ்ஸி. பட்டமும், உயர்தர உயர்நிலைப் பள்ளிக்கான ஆசிரியர் எம்.எஸ்ஸி. பட்டமும், ஆசிரியர் பணிக்கான பயிற்சியும் பெற்றவராக இருக்கவேண்டும். உயிரியலானது அறிவியலின் பிற பிரிவுப் பாடங்களுடன் நெருங்கிய தொடர்பு கொண்டுள்ளதால் அப் பாடங்கள் பற்றிய அடிப்படைப் பாட அறிவும், அவற்றிற்கும் உயிரியலுக்கும் உள்ள தொடர்பையும் நன்கு அறிந்திருத்தல் அவசியம். அவர் உயிரியல் பாடங்களான விலங்கியல், தாவரவியல் இரண்டிலும் சிறந்த புலமை பெற்றிருத்தல் வேண்டும். பட்டப்படிப்பு நிலையில், ஏதேனும் ஒன்றினை, முக்கியப் பாடமாகக் கற்றிருப்பினும், மற்றதையும் வேண்டிய அளவு பாட அறிவினைப் பெறுவது அவரது கடமையாகும். அதற்குத் தக்க முயற்சி எடுத்துத் துணைப்பாடமாகக் கற்ற விலங்கியல் அல்லது தாவரத்தோடு, பொது அறிவியலுக்கான வேதியியலையும் பௌதிகத்தையும் தேவையான அளவு அறிந்திருக்க வேண்டும்' அடிப்படைக் கல்வியோ[illegible]இரண்டாவதாகக் கற்பித்தலின் புதிய முறைகளில் பயிற்சியும், [illegible]ல்நுட்பக் கைத்திறனும் பெற்றிருத்தல் அவசியமாகும்.

ஆசிரியர் பாடத்தை நன்கு திட்டமிட்டு தயாரித்துக் கற்பிக்க வேண்டும். உயிரியல் ஆசிரியர் ஒவ்வொரு வகுப்புப் பாடத் திட்டத்தையும் நன்ருக அறிந்திருத்தல் மிகவும் அவசியமாகும். அதோடு ஏனைய தொடர்புடைய வகுப்புப் பாடங்களையும் அறிந்திருந்தால் இணைத்துக் கற்பிக்க உதவும். கற்பித்தலுக்கான பல முறைகளையும் அறிந்து, பாடப் பொருளுக்கு ஏற்றவாறு அவைகளைக் கையாண்டு கற்பிக்க அறிந்திருக்க வேண்டும். ஆய்வகத்தை நன்கு அமைத்து, பராமரிக்கவும், ஆய்வகப் பணிகளுக்குத் திறமையான முறையில் ஏற்பாடு செய்யவும் தெரிந்திருக்க வேண்டும். செய்துகாட்டும் பரிசோதனைகளை நன்கு, மாணுக்கர்களுக்கு ஆர்வமும், கவர்ச்சியும் ஏற்படும் வகையில் முறையாகச் செய்துகாட்ட வேண்டும். ஆய்வகத்தில் உள்ள வசதி குறைவுகளை, அரசால் நடத்தப்படும் நடமாடும் ஆய்வகத்தையும் (Mobile Laboratory) பயன்படுத்தி ஈடுசெய்துகொள்ள வேண்டும். உயிரியல் ஆசிரியர் ஆய்வகத் துணைக்கருவிகளைப் பழுது பார்க்கவும், தேவையான சில கருவிகளைச் சொந்தமாகத் தயாரிக்கவும் அறிந்திருக்க வேண்டும். போதனைக்கான பலவகை உபகரணங்களைத் தயாரிக்க அறிந்திருக்க வேண்டும். உயிரியல் பாட சம்பந்தமான வெளிப்பயணம், களப்பணி, கல்வி உலாப் போன்றவற்றை திறமையான முறையில் ஏற்பாடு செய்யவும், மாணுக்கர்களுக்கு உற்று நோக்கும் திறனும், கற்றல் அனுபவமும் ஏற்படச் செய்தல் வேண்டும். உயிரியல் ஆசிரியர், உயிரியலுக்கான நழுவங்களைத் (slides) தயாரிக்கும் முறைகளை அறிந்திருப்பதோடு, நுண்பெருக்காடியை நன்முறையில் கையாளுதல், புகைப்படம் எடுத்தல், நிழற்படத்தைப் பெரிதாக்கும் முறைகள் போன்றவைகளையும் அறிந்திருத்தல் வேண்டும். திரைப்படக் கருவி, பதிவு நாடா போன்ற கருவிகளையும் கையாளும் முறையை உயிரியல் ஆசிரியர் அறிந்திருக்க வேண்டும். சில கருவிகளைச் சொந்தமாகவும் தயாரிக்க அறிந்திருக்க வேண்டும். அவற்றைச் சிறப்பான முறையில் கற்பிக்கப் பயிற்சியும் பெற்றிருக்க வேண்டும். உயிரியல் ஆசிரியர் அருங்காட்சியக அமைப்பு முறைகளையும் நன்கு அறிந்திருக்க வேண்டும். ஒவ்வொரு பள்ளியிலும் அருங்காட்சியகம் வைப்பதற்கு முயற்சி எடுக்கவேண்டும். தாவரங்களையும், சிறு பிராணிகளையும், மீன், பாம்பு, பூச்சிகள், மற்றும் பறவைகளைப் பதப்படுத்தும் முறைகளையும், சேமிப்பதற்கு பயன்படுத்தும் பலவகை திரவங்களையும் அறிந்திருக்க வேண்டும். பள்ளியில் நீர்வாழ் பொருட்காட்சியகம், சிறு நிலவாழ் பிராணிகளை வளர்த்தல், சிறந்த பள்ளித் தோட்டம் அமைத்தல் போன்றவை உயிரியல் ஆசிரியரின் சிறப்பான பொறுப்புகளாகும்.

பள்ளியில் ஆண்டுத் தொடக்கத்திலிருந்தே திட்டமிட்டு, ஆண்டு இறுதியில், பொருட்காட்சியை, மாணுக்கர்களின் உதவியுடன் நடத்த

வேண்டும். உயிரியல் நூலகத்தை நன்கு பயன்படுத்தி, மேற்கோள் நூல்களை மாணவர்கள் படிக்கும் பழக்கத்தை ஏற்படுத்தவேண்டும்.

ஆசிரியருக்கு உளவியல் அறிவு மிகவும் அவசியமாகும். மாணாக்கர்களின் ஆர்வம், கவர்ச்சி, மனநிலை, திறமைகளை அறிந்து அதற்கேற்ப கற்பிக்கவும் அவர்களுக்கு விருப்பமான வேலைகளைக் கொடுக்கவும், வழிகாட்டவும் முடியும். கற்றல் சம்பந்தமான பல விதிகளையும் நன்கு அறிந்திருந்தால், உயிரியல் கற்பித்தலில் அதனை பாடப்பொருளுக்கேற்பப் பயன்படுத்த முடியும்.

ஆசிரியர் கற்பிக்கப்பட வேண்டிய பாடப் பொருளைப்பற்றி முழு அறிவு பெற்றிருத்தல் அவசியம். தெரியாதவற்றை தக்காரை நாடியும், உரிய நூல்களில் தேடியும் பெறுதலில் கூச்சப்படவோ, தயங்கவோ கூடாது. பாடப் பொருளை முன்கூட்டியே திட்டமிட்டு தயாரித்து போதிக்க வேண்டும். பாடத்தினைத் தொகுத்தறி முறையில், ஆசிரியரையோ அன்றி பாடப் பொருளையோ மையமாக இன்றி, மாணாக்கர் மையப் பாடமாக வைத்து கற்பிக்க வேண்டும். மாணாக்கர்கள் பரிசோதனை செய்யும்போது இயன்றவரைத் தனித்தனியாக செய்யுமாறு ஏற்பாடு செய்யவேண்டும். உயிரியல் கற்பித்தலில் இது எளியதாகும்; அவசியமானதும் ஆகும். ஆசிரியர் அறிவியலின் புதிய வளர்ச்சிகளை நன்கு அறிந்திருக்க வேண்டும். அறிவியல் கழகப்பணி, அறிவியல் ஈடுபாட்டுக் கலைகள் போன்றவைகளை அறிந்து செயல்படுத்த வேண்டும். கற்பிக்கும் புதிய சாதனங்கள் முறையாகத் திட்டமிட்டு கற்பித்தல் போன்றவைகளையும் அறிந்திருக்க வேண்டும்.

கற்றல்-கற்பித்தல் செயலானது மாணாக்கர்-ஆசிரியர் கூட்டுப் பணியாகவும், முயற்சியாகவும் இருக்கவேண்டும். ஆசிரியர் பாடப் பொருள்கள் சம்பந்தமான மேற்கோள் நூல்கள், பாட நூல்களைத் தொடர்ந்து படிப்பதுடன், ஆய்வகப் பணிப்பற்றிய ஆய்வகத் துணை நூல்கள், வழி காட்டிகள், செய்முறைப் பணிக்கான நூல், துணைக் கருவிகளைத் தயாரிக்கும் நூல்களையும், உயிரியல் சம்பந்தமான வார, மாத இதழ்களையும் தொடர்ந்து படித்து தனது அறிவை இன்றைய நிலைக்கு கொண்டு வர வேண்டும். அரசால் ஏற்படுத்தப் பட்டுள்ள மாநில அறிவியல் ஆராய்ச்சி மற்றும் பயிற்சி கழகத்தின் ஆராய்ச்சிகளையும், பணிகளையும் அறிந்திருக்க வேண்டும். தேவையானபோது கற்பித்தலுக்கு அதன் அறிவுரையை நாடலாம். கல்விக்கான பிராந்திய கல்லூரிகளால் (Regional College of Education) நடத்தப்படும் கோடை-அஞ்சல் வழி பாட வகுப்பிலும் சேர்ந்து தனது தொழிற் தகுதியை உயர்த்திக் கொள்ளலாம்.

அறிவியல் ஆசிரியர்களின் பாட அறிவை வளர்க்கவும், புதிய கண்டுபிடிப்புகள், கருத்துக்கள், வளர்ச்சிகளையும் அறிவிக்கவும், கற்பித்தலில் ஏற்படும் பிரச்னையைத் தீர்க்கவும் அரசானது பல வகையான வாய்ப்புகளை ஏற்படுத்தியுள்ளதை ஆசிரியர்கள் பயன் படுத்திக் கொள்ளவேண்டும். அவை பணி இடைப் பயிற்சி (In Service Training), கோடை கால வகுப்புகள் (Summer Institute), புதுமுறை ஆதாரப் பயிற்சி அல்லது மறுப் பயிற்சி (Refresher cource), மற்றும் அறிவியல் சம்பந்தமான கருத்தரங்கு (Seminar). மாநாடுகள் (Conference) மற்றும் பணி அரங்குகள் (workshop) போன்றவைகளாகும். இவைகளில் உயிரியல் ஆசிரியர் பங்கேற்று தனது அறிவியல் அறிவை உயர்த்திக் கொள்வது அவரது கடமையாகும்.

பாடத்திட்டம்—உயிரியல்

(உயர்நிலைப் பள்ளிக்கானது)

ஆறும் வகுப்பு

1. உயிருள்ளவையும்—உயிரற்றவையும்—அவற்றின் வேறுபாடுகள்—தாவரங்களிலும் பிராணிகளிலும் உள்ள அனங்ககப் பொருள்கள் உயிர்— வாழ்க்கைக்கு அவைகளின் தேவைகள்.

2. பல நிலையில் உள்ள உயிரினங்கள்—நுண்ணுயிரிகள்—தாவரம்—பிராணிகள் மற்றும் மனித இனம்—உதாரணங்கள்.

3. உயிரினங்களில் வேறுபாடுகள்—உயிரினங்களில் காணப்படும் ஒற்றுமை.

4. வளர்சிதை மாற்றம்—தாவரங்களுக்கு கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு, நீர், தாது உப்புகள், சூரிய ஒளி ஆகியவற்றின் தேவை—மனிதர்களுக்கு உணவு—ஆக்ஸிஜன் இவைகளின் தேவை—உதாரணங்களுடன் விளக்குதல்.

5. வளர்ச்சி—ஆக்க செயலின் பலன்—வளர் மாற்றம்—இனப்பெருக்கம் ஏற்படக் காரணமான முன் நிகழ்ச்சி.

6. உணர்திறன்—தாவரங்களின் உணர்திறன்—விலங்குகளில் உணர்திறன்.

7. இனப் பெருக்கம்—தாவரம் — விலங்குகள் — விதைகள், முட்டைகள் மூலம் இனவிருத்தி—உதாரணம்.

8. உயிர்கள் இயக்கம்—தாவரங்களின் தனிபாக அசைவு—பிராணிகளின் இடப் பெயர்ச்சி—(மண்புழு, வெட்டுக்கிளி, மீன் பாம்பு, பறவை பாலூட்டிகள்.)

ஏழாம் வகுப்பு

1. உயிரினச் சமுகங்களும், எண்ணிக்கையும்—குளம், தோட்டம், காடு இவைகளில் வாழும் நுண்உயிரி—தாவரம், பிராணிகள் போன்ற உயிரின சமுகம்.

2. உயிரினங்கள் ஒன்றையொன்று சார்த்து பிழைத்தல்—பூவும் தேனியும்—எலியும் தானியங்களும்—கொசுக்களின் லார்வாவும் மீனும்.

3. உணவு சுழற்சி—குளத்தில் உணவுப் பிணைப்பு—நிலப் பரப்பில் (தோட்டத்திலும் காட்டிலும்) உணவுப் பிணைப்பு—உணவு தயாரிப்பவை — உண்ணிகள் — புலால் உண்ணிகள் — போன்ற கருத்துப் படிவங்களைக் கூறல்.

4. உயிரினங்களின் சமநிலை—உயிரிகளின் மித மிஞ்சிய இனப் பெருக்கம்—இயற்கையின் கட்டுப்பாடு—சமநிலையைப் பாதிக்கும் ஏதுக்கள்—விளைவுகள்.

5. மக்கள் பெருக்கமும் உணவுத் தேவையும்—மக்கள் தொகை பெருக்கத்திற்கான ஏதுக்கள்—இன விருத்தி விகிதம்—அதிக மக்கள் தொகைப் பெருக்கம்—இறப்பு விகிதத்தைவிட பிறப்பு விகிதம் அதிகரித்தல் — இயற்கைத் தடைகள் இன்மை — அதிக மக்கள் தொகையால் உணவு—இடப் பற்றுக்குறை—ஊட்டக்குறைவு—வேலையில்லாத் திண்டாட்டம் — மனிதனின் வாழ்க்கைத் தரம் குறைதல்.

6. உயிரினங்களின் தகவமைப்புகள்—தாவரங்களின் தகவமைப்புகள்—(நீர்த் தாவரம்—வறண்ட நிலத் தாவரம்—வளநிலத் தாவரம்) பிராணிகளின் தகவமைப்புகள்—நீர்வாழ் விலங்குகள்—நிலவாழ் விலங்குகள்—விலங்குகளின் காற்று வெளி வாழ்க்கைக் குரிய தகவமைப்புகள்—வாழ்க்கை நிலைப்பதற்காக நிகழும் போராட்டம்—இடத்திற்கும் உணவிற்குமான போராட்டம்—இனத்திற்குள் போராட்டம்—இனத்திற்கு இனம் போராட்டம்—உயிர் வாழத் தக்கவை—டார்வினின் பரிணாமக் கொள்கை.

7. வன விலங்குகளும் அவற்றைப் பாதுகாத்தலும்—காடும் காடுவாழ் உயிரிகளும்—காடுதரு பொருள்களும் பயன்களும்—இந்திய வன விலங்குகள்—சில வன விலங்குகள்—வன விலங்குகளின் அழிவு—நமது வன விலங்குகள் பாதுகாப்பும்—உய் விடங்களும்—வன விலங்கு வார விழா—உறுதிமொழி.

எட்டாம் வகுப்பு

1. உயிரினங்களின் வகைகள்—நுண்ணுயிரிகள்—வகைகள்—தாவரங்களின் வேறுபாடுகள்—விலங்குகளின் வேறுபாடுகள்—மனித இனம் — உயிரினங்களில் காணப்படும் ஒற்றுமைகளும் பரிணாமமும்.

2. லின்னேயஸ்ஸும் உயிரினங்களின் வகைப்பாடும்—லின்னேயஸ் வாழ்க்கை வரலாற்றுச் சுருக்கம்—இரட்டைப் பெயரிடும் முறையில் வகைபாடு செய்தல்—வகைபாட்டின் தேவையும் பயன்களும்.

3. தாவரங்களின் வகைப்பாடு—பாசிகள் — பாக்டீரியா — காளான்கள் — ஈரல் செடிகள் — பாசங்கள் — பெரணிகள் — திறந்த விதைக் கூட்டம்—மூடு விதைக்கூட்டம்—ஒருவிதையிலைத் தாவரம்—இருவிதையிலைத் தாவரம்.

4. விலங்குகளின் வகைப்பாடு—முக்கிய தொகுதிகளைச் சேர்ந்த கீழ்க்கண்ட வகை உதாரணங்கள் : அமீபா—ஜெல்லிமீன்—நாக்குப் பூச்சி (உருளைப் புழு)—மண்புழு—பூச்சி—நத்தை—நட்சத்திர மீன்—சுறுமீன்—தவளை—ஓணன்—புறு—எலி—மனிதன்.

5. செல்கள்—திசுக்கள்—உறுப்புகளும் உறுப்பு மண்டலங்களும்—உயிரியல் உடல் அமைப்பில் பல நிலைகள்.

6. வேர் மண்டலம்—வேர்த்தொகுப்பின் வகைகள்—வேரின் அடிப்படை அமைப்பும் வேலையும்—சவ்வூடு பரவுதலும், வேர்களின் மூலம் தாது உப்புகளைப் பெறுதலும்—தாவரங்களும் தாதுக்களும்.

7. தண்டின் தொகுப்பு—தண்டின் அமைப்பும் வேலையும்—தண்டின் வகைகளும் மாறுபாடும்—நீராவிப் போக்கும் வேரின் அழுத்தமும்—நீராவிப் போக்கின் வீதத்தை ஏற்படுத்தும் ஏதுக்கள்.

8. சீரண மண்டலம்உணவு —வகைகள்—ஊட்டக் குறைவு—புரதத்தின் பற்றுக் குறைவால் ஏற்படும் விளைவுகள்—சரிவிகித உணவு விட்டைஹட்ரா—மண்புழு — கரப்பான் பூச்சியின் சீரணப் பாதையும் சீரண சுரப்பிகளும்—என்ஸைம்கள்—சீரணித்தல்—தன்மயமாதல் முறைகள்.

9. இரத்த ஓட்ட மண்டலம்—இதயத்தின் அமைப்பும் வேலையும்—(கரப்பான் பூச்சி, தவளை, மனிதன்) தமனிகளும் சிரைகளும்—போர்ட்டல் மண்டலம் — இரத்தத்தின் கூட்டுப் பொருள்கள்—இரத்தம் உறைதல்—இரத்த பிரிவுகளும் இரத்த ஏற்றமும்—இரத்த அழுத்தம்.

ஒன்பதாம் வகுப்பு

1. இலைகள்—இலையின் அமைப்பும் வேலையும்—இலையின் மாறுபாடுகள்—சுவாசித்தல்—ஒளிச்சேர்க்கை.

2. பூக்கள்—பூவின் உறுப்புகளும் தொழிலும்—பூவின் சித்திரம்—மகரந்தச் சேர்க்கையும் கருவுறுதலும்—மகரந்தம்—மகரந்தச் சேர்க்கை வகைகளும், சாதனங்களும்.

3. கனிகள்—விதைகள்—கனிகளின் வகைகள்—விதைகளின் அமைப்பு—விதை பரவும் விதம்.

4. தாவரங்களின் இனப் பெருக்கம்—தாவரங்களில் காணும் விதையிலா பெருக்கம்—(கலவா பெருக்கம்) விதை முளைத்தலும் வளர்ச்சியும்—தாவர ஹார்மோன்கள்—தாவர இயக்கங்கள்.

5. எலும்பு மண்டலம்—எலும்பும் குருத்தெலும்பும்—மனிதனின் எலும்பு மண்டலம்—பந்தங்களும் மூட்டுகளும்—தவளை, பறவை, வௌவால் இவற்றின் முன்னங்கால்களின் எலும்பமைப்பும், ஒப்பிடுதலும்.

6. தசை மண்டலம்—தசைகளின் வகைகள்—இருதலைத், தசை—மூத்தலைத் தசை—கெண்டைக்கால் தசை—இவைகள் வேலை செய்யும் விதம்.

7. சுவாச மண்டலம்—நீர் சுவாசம், நில சுவாசம், பூச்சி தவளை, பறவை, மனிதனின் சுவாச உறுப்புகள்—சுவாசித்தல் நடைபெறும் விதம்.

8. கழிவு மண்டலம்—மண்புழுவின் கழிவு மண்டலம்—மனிதனின் கழிவு மண்டலம்—கழிவு உறுப்புகள், கழிவுப் பொருள்கள்—கழிவுப் பொருள்கள் வெளியேற்றும் விதங்கள்.

9. இணை உறுப்பு மண்டலம்—நரம்பு மண்டலம்—(ஹைட்ரா, மண்புழு, கணவாய் மீன், தவளை, மனிதன்.) மனிதனில் உணர்ச்சி உறுப்புகள்—கண், காது—அனிச்சைச் செயல்கள்—ஆக்க நிலை அனிச்சைச் செயல்கள்—இணை உறுப்பு மண்டலம்—முதுகெலும்பு பிராணிகளின் நாளமில்லா சுரப்பிகள்—ஹார்மோன்கள்—நண்டு, நத்தை, எலி, மனிதன்.

10. விலங்குகள் இனப்பெருக்கம்—கலவி இனப் பெருக்கம்—கலவிலா இனப் பெருக்கம்—பெற்றோர் பாதுகாப்பு—உருமாற்றம்.

பத்தாம் வகுப்பு

1. செல்—கண்டுபிடிப்பு—செல் கொள்கை—செல்லின் தோற்றம்—செல்லினுள் காணப்படும் உள்ளுறுப்புகளும் வேலைகளும்.

2. நுண்பெருக்காடி — கண்டுபிடிப்பு — தத்துவங்கள் — நுண்பெருக்காடியின் உயிரியல் பயன்கள்—நுண் பெருக்காடியின் வகைகள்.

3. மைடோசிஸ்—நேரடியாகவும், மறைமுகமாகவும் பிரிதல்—செல் பிரிவின் விளைவால் வளர்ச்சி ஏற்படுதல்.

4. வைரஸ்கள்—தன்மையும் அவைகளின் வாழ்வும்—உயிர்கள் தோன்றிய விதம்—வைரசும் மனித சுகாதாரமும்.

5. பாக்டீரியா—அவைகளின் தன்மையும் வகையும்—அவைகளின் இனப் பெருக்கம்—மனித நலத்தோடு அதன் தொடர்பு.

6. காளான்—தன்மைகள்—எங்கும் பரந்து காணப்படுதல்—மனித சுகாதாரத்தில் அவைகளின் தொடர்பு.

7. பொருளாதார முக்கியம் வாய்ந்த தாவரங்கள்—குறிப்பிட்ட பகுதியிலும் இந்தியாவிலும் காணப்படும் மருந்துக்கு உதவும் தாவரங்கள்—காய்கறிகள்—பழங்கள்—தானியங்கள்—பருப்பு வகைகள் போன்ற உணவுத் தாவரங்கள்—ஏலக்காய், எண்ணெய் வித்துக்கள், நார் பொருள்கள் பான வகைக்கானப் பொருள்கள்—மரம், ஆல்காக்கள் போன்ற வாணிப தாவரங்கள்—பொருளாதார சிறப்பு வாய்ந்த தாவரங்களில் கலப்பினமுறை—வீரிய வகைகள்—விதைப்பண்ணை, நெல், பருத்தி, கத்தரி, மற்றும் சேமிக்கப்பட்டுள்ள தானியங்களில் தீங்கிழைக்கும் பூச்சிகள், பூச்சிகள், எலிகள் ஒழிப்பு—பூச்சிக் கொல்லியின் பயனும், பாதுகாப்பும்.

8. பொருளாதார விலங்கியல். தேனீ, பட்டுப் பூச்சி போன்ற பயன்தரும் பூச்சிகள்—சங்கு எடுத்தல்—முத்து எடுத்தல்— இரால் சுரு மற்றும் மாக்கால், சார்டைன் போன்ற மீன் வளத்துறைப் பொருள்களைப் பிடித்தலும் பதப்படுத்தலும்—முட்டை, இறைச்சி மற்றும் சிறகுகளுக்காக கோழி வளர்ப்பு—பால், இறைச்சி, தோலுக்காகவும் மற்றும் பாரம் சுமக்க உதவும் கால் நடைகள்—இந்திய கால் நடை இனங்கள்—கலப்பின அபிவிருத்தி—பால் பண்ணை, ஆடு, பன்றி வளர்ப்பு பண்ணை.

குறிப்பிட்ட பகுதியில் உள்ள உயிரினங்களை ஆராயும் செயல் திட்டங்கள்

(Conducting investigatory project in Biology)

மாணக்கர்கள், குறிப்பிட்ட பகுதியை, உயிரியல் ஆய்வுக்கென செயல் திட்டங்களுக்குத் தேர்ந்தெடுத்து அவ்விடத்தின் பல்வகைச் சூழ்நிலைகளையும் அங்குக் காணப்படும் பல்வகைத் தாவரங்களையும் அங்கு வாழும் பல வகையான விலங்குகளையும், அவைகள் எவ்வாறு சூழ்நிலைக்கு ஏற்ப மாறுபட்டும், சரிசெய்து கொண்டும், நிலைக்கு ஏற்றவாறு தழுவலை (adaption) மேற்கொண்டும் உள்ளன என்பதை ஆராய்தலாகும். உயிரினங்களின் வளர்ச்சி, எண்ணிக்கை, அவைகள் குறிப்பிட்ட இடத்தில் காணப்படுதல் போன்றவைகளை, உற்று நோக்கல், பரிசோதனைகள் போன்றவைகளின் வாயிலாக அறியவும் இத்தகைய உயிரியல் கண்டுபிடிப்பு அதாவது ஆய்வுச் செயல் திட்டங்கள் உதவுகின்றன.

உயிரினங்களுக்கும், அவை வாழும் இடங்களுக்கும் உள்ள பல் வகையான தொடர்புகளையும் அறிதலைச் சூழ்நிலை இயல் எனப்படும். இச் சூழ்நிலை இயலானது தாவரவியல், விலங்கியல் இவைகளின் பல் வகைப்பட்ட உட்பிரிவுகளான அமைப்பியல், உடல் செல்லியல், மற்றும் உயிரியல் வேதியியல், உயிரியல் பௌதிக இயல்களைச் சார்ந்ததாகும். உயிரினம், சூழ்நிலை ஆகிய இரண்டும் பிரிக்க முடியாத ஒன்ருகும். இவைகள் ஒன்றையொன்று சார்ந்தனவாகும். சூழ்நிலையானது உயிரற்ற சூழ்நிலை (Physical environment), உயிரினச் சூழ்நிலை (Biotic environment) எனப்படும். உயிரற்ற அல்லது பௌதிக சூழ்நிலையானது மண் (soil), வெளிச்சம் (light), வெப்பம் (temperature), நீர்பசை (Humidity), ஈர்ப்புசக்தி, அழுத்தம், நீர், மழை அளவு போன்றவைகளால் கட்டுப்படுத்தக் கூடியதாகும். இவ்வுயிரற்ற சூழ்நிலையானது நிலப்பரப்பையும், நீர்பரப்பையும், காற்றையும், அவற்றில் அடங்கிய இயல்புகளையும் குறிக்கிறது. உலகின் நிலப் பரப்பில் சில இடங்கள் சமவெளியாகவும், உயர்ந்த மலைப்பகுதியாகவும், ஆழ்ந்த பள்ளத்தாக்காகவும், அடர்ந்த காடாகவும், பாலைவனமாகவும், நீர் பகுதியானது கடல், ஏரி, குளம், ஆறு போன்றும்

அமைந்துள்ளன. இடத்திற்கு இடம் பூமியில் இருக்கும் வேதியியல் பொருளைக் கொண்டு மண்ணின் அமைப்பு மாறுபடுகிறது. சில இடங்களில் வெப்பநிலை அதிகமாகவும், சில இடங்களில் குறைவாக வும் உள்ளன. வெப்பநிலை பிரதேசங்களில் நடுப்பகல் வெப்பநிலை அதிகமாகவும், இரவுகளில் மிகக் குளிர்ச்சியாகவும் உள்ளன. மழையின் அளவும் இடத்திற்கு இடம் மாறுபடுகிறது. வருடம் முழுவதும் தொடர்ந்து மழை பெய்துகொண்டு இருக்கும் பகுதிகளும், மழையற்ற பாலைவனங்களும் உள்ளன. காற்றின் வேகமும் இடத்திற்கு இடம் மாறுபட்டு உள்ளது. காற்றில் உள்ள ஈரப்பசையும் வேறுபடுகிறது. உயிரினச் சூழ்நிலையானது தாவரங்களாலும், பிராணிகளாலும் ஆகியவை. இவை பல வகையான பிராணிகளுக்கிடையே உள்ள தொடர்பையும் பற்றியதாகும். அடர்ந்த காடுகள், இலையுதிர் காடுகள். குறைந்த மரங்கள், குத்துச் செடிகள் போன்றவை சிற்சில இடங்களில் இருக்கின்றன. தாவரங்கள் நேர்முகமாகவோ, மறைமுகமாகவோ பிராணிகளுக்கு உணவாக இருப்பதால் பிராணிகளின் எண்ணிக்கையும், தன்மையும், தாவரங்களின் அமைப்பை ஒட்டியே இருக்கின்றன. மேலும் சூழ்நிலையின் மாறுபாடுகள் காரணமாக உலகம் முழுவதும், பிராணிகளும், தாவரங்களும் ஒரே மாதிரியாக அமைந்திருப்பதில்லை. பல வகைப்பட்ட நிலப்பரப்புகளாகிய பாலைவனத்திலும், அடர்ந்த காட்டிலும், உயர்ந்த மலைகளிலும், சமவெளிகளிலும், ஏரி, குளம் குட்டைகளிலும் வேகமாக ஓடும் நதிகளிலும், மெதுவாகச் செல்லும் ஆறுகளிலும் மற்றும் வெளிச்சமற்ற குகைகள், கடற்பரப்பு, பல வகையான கடற்கரையோரங்கள், ஆழ்கடல் பகுதி, ஆறுகள் கடலோடு கலக்கும் இடங்களான கழிமுகம் (Estuary) போன்ற இடங்களில் அவைகளுக்கு ஏற்ற பிராணிகள் வாழ்ந்து வருகின்றன. இச் சூழ்நிலை மாறுபாட்டால் அங்கு வாழும் பிராணிகளும் மாறுபடுகின்றன. சூழ்நிலையின் வெளித் தூண்டுதலானது பிராணியின் உடலைத் தாக்குவதால் தூண்டுதலுக்கேற்ப மாறுதல் ஏற்படுகின்றன. சூழ்நிலைக்கு ஏற்ப உண்டாகும் மாறுதல்களுக்கு நிலைக்கேற்ற தழுவல் (adaptation) எனப்பெயர். இவ்வியல்பு இல்லையெனில், உயிரினங்கள் சூழ்நிலைக்கு ஏற்றவாறு வாழ இயலாது. இச் சூழ்நிலையே வாழிடம் (Habitat) எனப்படும். ஒவ்வொரு உயிரினமும் அதன் உடனடி சூழ்நிலைக்கு ஏற்றவாறு பொருத்தமான வாழ்வு வாழ்கின்றன. சூழ்நிலை என்பது பல்வேறு வகுப்புகளால் பின்னப்பட்டதொரு சிக்கலான அறிவியலாகும். இதை நன்கு அறிய பிராணிகள், தாவரங்கள், இவற்றின் பல் வேறு பிரிவுகள் முதலியவற்றை அறிதல் அவசியமாகும். இயற்கைச் சூழ்நிலையில் எவ்வாறு தாவரங்கள், பிராணிகள் வாழ்கின்றன என்பது கணிக்கப்படல் வேண்டும். உயிரினங்களின் சூழ்நிலையை நன்கு அறிய அவற்றின் சுற்றுபுற வெளிச்சம் (light), வெப்பம்

(temperature), காற்றின் ஈரத்தன்மை (Humidity), மழையளவு பிராணிகளுக்கும் தாவரங்களுக்கும் உள்ள இணைப்பு, பிராணி இனங்களிடையேத் தொடர்பு, நன்னீர் வாழ்விகள், கடல்நீர் வாழ்விகள் அவற்றின் தக்க சூழ்நிலை எண்ணிக்கை (Normal population) இவற்றின் அதிக பெருக்க அளவு, குறைந்த அளவு முதலியவற்றை ஆராய வேண்டும். இவ்வாராய்ச்சியின் மூலம் மனித சமுகத்திற்கும், பொருளாதார அடிப்படையில் பயனளிக்கக் கூடிய இயல்புகளை நடைமுறையில் கொண்டு உதவக்கூடும்.

உயிரியல் ஆய்வு செயல் திட்டங்களுக்கானப் பகுதிகளாக நன்னீர் நிலைகள் (ஏரி, குளம்), மணற்பாங்கான கடற்கரை (Sandy beach) பாறைகளை உடைய கடற்கரை (Rocky Sea-shore) சிறிய காடுகளை உடைய பகுதி, குன்றுகளையும், மலைகளையும் உடைய பகுதி, பாலை வனப்பகுதி, உள் நாட்டு சமவெளிப் பகுதி, கழிமுகம் போன்ற இடங்களைத் தேர்ந்தெடுத்து ஆராயலாம்.

இந்த இட ஆய்வு செயல் திட்டமானது முன்னுரை, (Introduction, இட அமைப்பு Location) அங்கு காணப்படும் பௌதிக, வேதியியல் சூழ்நிலை (Physical and Chemical environment) அங்குள்ள பல வகை தாவரங்கள், விலங்கினங்களை உற்று நோக்குதல் (Observation of the Fauna and Flora of the locality) உற்று நோக்கிய தகவல்களைக் கொண்டு விவாதித்து ஆராய்தல் (discussion), முடிவு காணல் (conclusion) எனப்பல பகுதிகளைக் கொண்டது.

முன்னுரை

இதன்கண் குறிப்பிட்ட பகுதியை ஆராய்வதன் நோக்கம் ஆய்வு செய்யப்போகும் பணியின் தன்மை, கையாளப்போகும் ஆய்வு முறைகள், பயன்படுத்தப்போகும் ஆய்வுக்கான கருவிகள், உற்று நோக்கப்பட வேண்டியவை போன்றவைகளையும், உயிரியல் அளவாய்வு (Biological Survey) ஆகியவற்றையும் சுருக்கமாகக் கூறுவதாகும். பல்வகையான இயற்கைச் சூழ்நிலைகளையும் வாழ்விடங்களையும் கூறித் தற்போது ஆய்வுக் கெடுத்துக் கொண்ட பகுதியைப் பற்றி விளக்குவதாகும். உதாரணம்: நார்த்தாமலைக்காடு, ஏர்காட்டு ஏரி, வெள்ளாற்றுக் கழிமுகம், வேதாரண்யம் கடற்கரை இராமேஸ்வரம் தீவு போன்றவைகளாகும்.

இட அமைப்பு (Locality)

ஆய்வு செய்யப்போகும் இடத்தைத் தெளிவாகக் குறிப்பிடல் வேண்டும். அவ்விடமானது எங்குள்ளது, செல்லும்வழி, அமைப்பு போன்றவை படம் வரைந்தும் விளக்கப்படலாம். அப்படத்தில்

மலைப்பகுதி அல்லது, காடு, கடற்கரை, சமவெளி, கழிமுகம் போன்ற வைகளைத் தெளிவாகக் குறிக்க வேண்டும். கடல் மட்டத்திலிருந்து எவ்வளவு உயரத்தில் உள்ளது போன்ற தகவல்களையும் சேகரிக்க வேண்டும். எடுத்துக்காட்டாக ஏர்க்காட்டு ஏரிப்பகுதி என்றால் அது தமிழ்நாட்டில் உள்ள சேலம் மாவட்டத்தில் சேர்வராயன் மலைப் பகுதியில் உள்ள வாணியாற்றுப் பள்ளத்தாக்கில் அமைந்துள்ளது. அது கடல் மட்டத்திலிருந்து 4,400 அடி (1,340 மீட்டர்) உயரத்தில் உள்ளது. இவ் ஏரியானது அதிக ஆழமில்லாத ஏரியாகும். அதிக பட்சமாக 13 அடி ஆழத்தை உடையது.

பௌதிகச் சூழ்நிலை

பௌதிகச் சூழ்நிலைகளாக உயிரினங்கள் வாழும் சூழல்களான மண், நீர், காற்று, உயிரினங்களின் உடல்களும், மற்றும் அப்பகுதி யின் வெளிச்சம் (light), வெப்பநிலை, மழையளவு, மண் அமைப்பு, நீரில் கரைந்துள்ள வேதியியற் பொருள்களின் தன்மை, போன்றவை களை ஆராய்தலாகும்.

ஒளி

சூழ்நிலை இயலில், வெளிச்சமும், ஏனைய ஏதுக்களைப்போல் பிராணிகள், தாவரங்கள் வாழும் தன்மையை மாற்றி அமைக்க வல்லவை. ஆழ்கடல் பிராணிகளும் உடலில் உள்ள ஒட்டுண்ணி களும், குகை வாழ்விகளும் தவிர மற்றவை ஒளியில் வாழ்கின்றன. சூரிய ஒளியின் உதவியால் தாவரங்களில் ஒளிச்சேர்க்கை மூலம் உணவு தயாரிக்கப்படுகிறது. தாவரங்கள், நேரடியாகவோ, மறை முகமாகவோ பிராணிகளின் உணவாக அமைவதால், பிராணிகள் குறிப்பிட்ட பகுதியில் அதிகமாகக் காணப்படவும் காரணமாக அமைகிறது.

மண்

பூமியின் மேற்பரப்பு மண் கரிசல் மண்ணு, மணல் பூமியா, செம் மண் பூமியா, வண்டல் மண்ணு, மண், மணல், இலைமக்கு கலந்த பகுதியா போன்ற மண்ணின் தன்மையை அறிய வேண்டும். மண் ணின் வேதியியல் அமைப்பானது அப் பகுதியில் தாவரங்கள் வளர் வதற்கும் சில விலங்கினங்கள் வாழ்வதற்கும் முக்கிய ஆக்கக் கூறு களாகும். சுண்ணாம்பு கல் பகுதியில் மண்ணில் கால்சியம் அதிகம் காணப்படும். மண்ணில் போரான், அயோடின், மாங்கனீஸ், பேரியம், காட்மியம், குரோமியம், லித்தியம், ஸ்டான்சியம் போன்ற மூலக்கூறுகளும் அவற்றின் பலவகை உப்புகளும் மிகமிகக் குறைந்த அளவு மூலக்கூறுகளாக (trace elements) காணப்படுகின்றன.

இவை தாவரங்களின் வளர்ச்சியில் முக்கியப் பங்கேற்கிறது. மண்ணின் ஈரப்பசை, உவர்ப்புத் தன்மை போன்றவைகளும் உயிரின வளர்ச்சியைக் கட்டுப்படுத்தும் தன்மை பெற்றவைகளாகும்.

நீர்

உயிரினங்களின் வளர்ச்சிக்கும், சில உயிரினங்களின் வாழ்விடமாகவும் நீர் பயன்படுவதால் நீர்வசதி, தன்மை போன்றவைகளை ஆராய்ந்து காணல் அவசியமாகும். கடினநீர், மென்னீர் போன்ற நீரின் தன்மை, நீரில் கரைந்து காணப்படும் வேதியியற் பொருள்களான கால்சியம், சோடியம், மக்னீசியம், போன்றவற்றின் உப்புகளான குளோரைடு, பாஸ்பேட்டு, சல்பேட்டு, கார்பனேட், பைகார்பனேட்டுகளும், மற்றும் நீரில் கரைந்து காணப்படும் வாயுக்களான ஆக்ஸிஜன், கரியமிலவாயு ஆகியவற்றின் அளவும், நீரின் வெப்பநிலே, நீரின் தெளிவு அதாவது ஒளி புகுந்தன்மை (turbidity), நீரின் ஒட்டும் தன்மை (Viscosity), நீரின் அடர்த்தி, நீரின் கார, அமிலத் தன்மை (PH value) போன்றவை நீர்வாழ் உயிரினங்களின் வாழ்க்கையில் முக்கியப் பங்கேற்கிறது. எடுத்துக்காட்டாக ஏர்காட்டு ஏரியின் நீர், அதிக கலங்கலாகவும் (highly turbid) மஞ்சளோடு கூடிய பச்சை நிறமாகவும் காணப்படுகிறது. மேல்மட்ட நீரின் வெப்பநிலே 16°C—20°C வரையிலும், கோடையில் அடிமட்ட நீரின் வெப்பநிலே 25°C ஆகவும் உள்ளது. குளிர் காலத்தில் நீரில் ஆக்ஸிஜன் அளவு 40 சதவீதத்திலிருந்து 90 சதவீதம் வரையிலும், கோடையில் 40 சதவீதத்திலிருந்து 98 சதவீதம் வரையிலும் உள்ளது. கோடையில் நீரின் அடிப்பாகத்தில் ஆக்ஸிஜன் அளவு மிகமிக குறைந்துள்ளது. நீர், மென்னீராகவும், கார்பனேட், பைகார்பனேட், கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடு, பாஸ்பேட்டு, சிலிகேட், மற்றும் கால்சியம் உப்புகள் போன்றவை கலந்தும் உள்ளன. நைட்ரேட்டு உப்புகள் நீரில் காணப்படவில்லே. நீர்த் தாவரங்கள் இருப்பதால் நீரில் அங்ககப் பொருள்கள் (Organic matter) அதிகம் காணப்படுகிறது. நீர் பெரும்பாலான காலங்களில் கார, அமிலத் தன்மையற்று, நடுநிலேயாகவும் (Neutral) கோடையில் தாவரங்களின் ஒளிச்சேர்க்கைச் செயலால் சற்று காரத் தன்மைப் பெற்றும் காணப்படுகிறது.

வெப்பம்

இது குறிப்பிட்ட பகுதியின் தட்பவெப்ப நிலேயை ஆராய்வதாகும். பகலில் அதிக வெப்பம், இரவில் குறைந்த வெப்பநிலே போன்றவைகளேயும் குறித்தலாகும். குறிப்பிட்ட பகுதியின் பல்வேறு காலங்களில் இவ்வெப்ப அளவானது குறிக்கப்படல் வேண்டும்.

பிராணிகளின் வளர்சிதை மாற்ற அளவு வெப்பநிலைக்கு தக்கவாறு உள்ளது. பிராணிகளின் பரவலுக்கு (Animal distribution) வெப்பமும் முக்கிய காரணியாகும்.

மழை

ஆண்டின் சராசரி மழையளவு, எந்த காலத்தில் அதிகமாகவும், எந்த காலத்தில் குறைவாகவும் மழை பெய்கிறது என்பதையும் காண வேண்டும். எந்த பருவக் காற்றால் அப்பகுதி மழை அதிகம் பெறுகிறது என்பதையும் காண வேண்டும்.

உற்றுநோக்கலில் காணப்படும் தாவர இனங்களும் விலங்கினங்களும்

ஆய்வுக்கு எடுத்துக்கொண்ட பகுதியில் காணப்படும் தாவர இனங்கள், நீர்த்தாவரங்கள், தாவர மிதவியம் (Phyto plankton), விலங்கியல் மிதவியம் (Zoo plankton), ஒருசெல் பிராணிகள், புழுவினங்கள், பூச்சிகள், நண்டு, நத்தையினங்கள் போன்ற முதுகெலும்பில்லாத விலங்குகளின் பல்வேறு தொகுதியைச் சார்ந்த பிராணிகள்,பலவகை மீனினங்கள், நில நீர் வாழ்வினங்கள், பாம்பு, ஆமை, ஓணான் போன்ற ஊர்வன இனங்கள், பலவகைப்பட்ட பறவைகள், நீர்ப் பறவைகள், பல்வேறு பாலூட்டியினங்களை கூர்ந்து கவனித்து ஆராய வேண்டும். பிராணிகளின் எண்ணிக்கை விகிதத்தையும் கணக்கிடலாம். ஒரு குறிப்பிட்ட சூழ்நிலையில் வாழும் ஒரு பிராணி இனத்தின் எண்ணிக்கைக்கு எண்ணிக்கை விகிதம் என்று பெயர். ஓர் இனப் பிராணியின் எண்ணிக்கை ஒரே நிலையில் இல்லாமல் இடத்திற்கு இடம், காலத்திற்குக் காலம், ஆண்டிற்கு ஆண்டு மாற்றங்கள் அடையும் தன்மை கொண்டிருக்கிறது. ஓர் இனத்தின் அடர்த்தியைக் கணிக்க அப்பிராணியின் உண்மைநிலை எண்ணிக்கை (Actual count) முறையையும், மாதிரி எண்ணிக்கை (Sample count) முறையையும் பின்பற்றலாம். குளங்களில் வாழும் பிராணி இனங்கள், புரோட்ட சோவோத் தொகுப்பில் பல நுண் பிராணிகளும் பொரிஃபராவில் நன்னீர் ஸ்பாஞ்சும், குழலுடலிகளில் ஹைட்ராவும் (Hydra), தட்டைப் புழுக்களில் ப்ளனேரியாவும் (Planaria), வளைய மற்ற புழுக்களில் (Nemetode) பல வகைகளும், கணுக்காலிகளில் (Arthropoda), ஸ்ட்ரெப்டோ செப்பாலஸ் (Strepto cephalus), சைக்லாப்ஸ் (Cyclops) டாஃப்னிட்கள் (Daphnids), நீர்வாழ் பூச்சிகள் அவைகளின் வாழ்க்கை வரலாற்று பருவங்கள், நீர்வாழ் உண்ணிகள் (Mites) மெல்லுடலிகளில், சிப்பிகள், நத்தைகள், முதுகெலும்பு உள்ளவைகளில் பல்வேறு மீனினங்கள், நிலநீர் வாழ்விகளில் தவளை, தலைப்பிரட்டை போன்றவை, நன்னீர் சூழ்நிலைக்கு ஏற்றவாறு திறமையுடன் வாழ்ந்து வருகின்றன. நீர்த் தாவரங்களில்

வேலம்பாசி (Hydrilla), வாலிஸ்னேரிய (Vallisneria) மற்றும் பாலி கோணம் (Poly gonum), வெர்னோனியா (Vernonia) போன்றவை களும் காணப்படும்.

உற்றுநோக்கலில் கண்டவைகளை விவாதித்து ஆராய்தல் (Discussion)

ஆய்வுக்கு எடுத்துக்கொண்ட பகுதியின் இட அமைப்பு, மண் வளம், மழையளவு, வெப்பம், அங்கு காணக்கூடிய பல வகை தாவர இனங்கள், விலங்குகளை அறிந்த பின்னர் அவை எவ்வாறு ஒன்றையொன்று சார்ந்துள்ளன என்பதை ஆராய்வது மிகவும் அவசியமாகும்.

கால்சியம் அதிகமாக உள்ள மண்ணில் பாக்டீரியாக்களின் செயல்கள் அதிகமாகக் காணப்படும். நத்தைகள், பாலூட்டினங்கள் அதிகம் காணப்படலாம். இப் பகுதியில் காணப்படும் பாலூட்டி களின் எலும்புகள், கொம்புகள், நத்தையினத்தின் ஓடுகள் ஏனைய பகுதியில் காணப்படுவதைவிட உறுதியாக இருக்கும். கடினமான தரையைவிடக் காற்றோட்டமும், மென்மையும், வளப்பமும் உள்ள மண்ணில் பலவகை நுண் உயிரிகளும், மண் புழுக்களும், பூச்சி களும், வளையில் வாழும் பாம்பு, எலி போன்றவைகளும் அதிகம் காணப்படும்.

தங்களின் நிரந்தர இருப்பிடத்தில் வெப்பநிலை அதிகரிக்க ஆரம்பித்தவுடன், அவ்விடத்தில் வாழும் பிராணிகள் தங்களைக் காத்துக்கொள்ளும்பொருட்டுக் குறைந்த வெப்பநிலை உள்ள இடங் களுக்குச் செல்லுகின்றன. வெப்பநிலை கூடுதல் அடையும்போது சில பிராணிகள் கோடைதுயில் கொள்ளுகின்றன. பொதுவாக, ஒரு குறிப்பிட்ட உயிர் பகுதியில் (Biorme) இருக்கும் பிராணி இனத்தின் எண்ணிக்கை குளிர் பிரதேசங்களைவிட வெப்பநிலைப் பிரதேசங்களில் அதிகமாக உள்ளது. பிராணிகளின் பரவலைக் (Animal distribution) கவனிக்கும்போது சில பிராணிகள் குறிப் பிட்ட வெப்பநிலை மாறுபாடுள்ள இடங்களில்தான் வசிக்கும் இயல்பு கொண்டவை. பவளப் பாறையினை (Coral reef) உண்டாக் கும் குழல் உடலிகள் 21°C-க்குக் குறைந்த வெப்ப நிலையிலோ, 38°C-க்கு அதிக வெப்ப நிலையிலோ வாழ இயலாது.

காற்றின் ஈரப்பதம் (humidity) இடத்திற்கு இடம் மாறுபடும். நீர்நிலைகளிலிருந்து ஆவியாகும் நீர் காற்றிற்கு ஈரப்பதம் அளிக் கிறது. நீர் அதிகம் கிடைக்காத சூழ்நிலையான காய்ந்த பூமி, பாலை வனம் முதலிய இடங்களில் வாழும் பிராணிகள் உடலிலுள்ள நீர்

சேதமடையாதவாறு பார்த்துக்கொள்ள தோல் சுரப்பிகளற்று வெளிப்புறம் செதிள்களால் மூடப்பட்டுள்ளன. சில பிராணிகளில் சுவாச துவாரங்கள் சிறியனவாக அமைந்து இருப்பதால் நீர் வெளியேறுவதன் அளவு குறைக்கப்பட்டுள்ளது. வளர்ச்சி (Development) சரிவர நடைபெற வேண்டுமானால் குறிப்பிட்ட அளவு ஈரத் தன்மை தேவையுள்ளது.

நன்னீரில் (Fresh-water) உப்புகளின் அளவு குறைந்திருப்பதால் 10 சதவீதம் ஆக்ஸிஜன் கரைந்துள்ளது. அதில் 2 சதவீதம் கரியமில வாயு கரைந்த நிலையில் உள்ளது. நன்னீரின் pH^{3}-லிருந்து 10வரை மாறுபட்டு அமைந்துள்ளது. ஏரிகளிலும், ஆறுகளிலும் pH அனேகமாக 6.5 - லிருந்து 8.5 வரைதான் அமைந்துள்ளது நன்னீர் நிலைகளில் நீர்த் தாவரங்கள் இருப்பதால் அவை ஒளிச் சேர்கைமூலம் வெளிப்படுத்தும் ஆக்ஸிஜன் நன்னீரில் கரைந்து நன்னீர்வாழ் பிராணிகளுக்குப் பயன்படுகிறது.

குறிப்பிட்ட பகுதியில் காணப்படும் பிராணிகளைக் கூர்ந்து கவனித்து, அவைகளின் பிராணிகளின் தொடர்பு (Animal associa) tion) எவ்வாறு உள்ளது என்பதை அறியலாம். வேறுபட்ட இனத்தைச் சார்ந்த பல பிராணிகள் ஒவ்வொரு சூழ்நிலையிலும், நுண் சூழ்நிலையிலும் (Micro-habit) வெற்றியுடன் வாழ்ந்துவருதலை அறியலாம். குறிப்பிட்ட குறுகிய சூழ்நிலையில் பல்வேறு இனத்தைச் சார்ந்த பிராணிகள் வாழும்போது ஏற்படும் பகைமை காரணமாயும் (Antagonism), உணவிற்காகவும், பாதுகாப்பிற்காகவும், ஒரே இனத்திற்குள் ஏற்படும் இனத்துள் போராட்டத்தையும் (Intra-strugle), ஓர் இனப் பிராணிக்கும் வேறு இனத்தைச் சார்ந்த பிராணிக்கும் ஏற்படும் இனத்திற்கிடையே போராட்டத்தையும் (Intra specific strugle காணலாம். சிற்சில பிராணி இனங்களிடையே தோழமையையும் காணலாம். எடுத்துக்காட்டாக ஒன்றுக்கொன்று ஆதரவாக இருத்தல் (Mutualism), உணவுத் தோழமை (Commensalism), இணைவாழ்வு (Symbiosis) போன்றவை அப்பகுதி உயிரினங்களில் காணப்படுவதை ஆராயலாம். ஆய்வுக்கு எடுத்துக்கொண்ட பகுதியில் உள்ள பல பிராணி இனங்களின் கூட்டுவாழ்க்கையாகியபிராணி சமுதாயத்தைப் (Animal Community) பற்றி ஆராயும்போது ஒரு குறிப்பிட்ட சமுதாயத்தில் அமைந்திருக்கும் பிராணிகளின் இன எண்ணிக்கை அவை வாழ்ந்துவரும் சூழ்நிலைப் பரப்பைப் பொறுத்திருத்தலையும் காணலாம். பரப்பளவு அதிகமுள்ள சமுதாயத்தில் வாழும் பிராணிகளின் இன எண்ணிக்கை அதிகமாகவும், குறைந்த பரப்பளவில் எண்ணிக்கை குறைவாகவும் இருக்கின்றன. ஆய்வுக்கு எடுத்துக்கொண்ட பகுதியில் சூழ்நிலை அமைப்பு (Ecosystem), உணவுத்தொடர் போன்றவை எவ்வாறு அமைந்துள்ளது

என்பதையும் ஆராயலாம். உதாரணமாக, ஒரு குளத்தில் பல் லாயிரக்கணக்கில் நுண் உயிரிகளான டையாடமும், பாக்டீரியாக் களும் இருக்கின்றன. இந் நுண்உயிரினங்களைக் கொசுவின் புழுப் பருவம் உணவாக உட்கொள்கிறது. இக் கொசுவின் புழுப் பரு வத்தைத் தட்டாரப் பூச்சியின் நிம்ப் பருவம் உணவாகப் பயன் படுத்துகிறது. இத் தட்டாரப் பூச்சியின் நிம்ப்களை வாத்துகள் உணவாக உட்கொள்கின்றன. வாத்துகளை மனிதன் உணவாக உபயோகித்து உணவுத் தொடரின் கடைநிலைப் பிராணியாக அமை கிறான்.

ஆய்வுக்கு எடுத்துக்கொண்ட பகுதியில் காணப்படும் பல் வகை உயிரினங்கள், தற்காப்பிற்காகவும் உணவிற்காகவும் எவ் வாறு நிலைக்கு ஏற்றவாறு தழுவலை (adaptation) கொண்டுள்ளன என்பதை ஆராயலாம். பிராணிகளின் பலவகையான உடல் அமைப்புகளையும், உணவுப் பழக்கத்திற்கு ஏற்ப கூரிய பற்களும், உறுதியான தாடை அமைப்பும் கொண்டிருத்தலையும், மீனினங்கள் தற்காப்பிற்காக விரைந்து நீந்துதல், சக்தி வாய்ந்த தாடைகள், கூர்மையான உணர்ச்சி உறுப்புகள் போன்றவைகளைக் கொண் டிருத்தலையும் காணலாம். உடல் அமைப்பு, நிறம் போன்றவை முது கெலும்பில்லாத பிராணிகளிலிருந்து, மீனினம், நிலநீர் வாழ்வினம், ஊர்வன இனம், பறவைகள் பாலூட்டிகளில் அவ்வாறு நிலைக்கு ஏற்றவாறு தழுவலைக் கொண்டுள்ளதைக் காணலாம். சில பிராணி கள் தரையில் வளைத் தோண்டியும், சில நீரிலும், சில மரங்களிலும் சுவர்களிலும், பாறைகளிலும், சில உயரப் பறந்தும், சில தாழப் பறந்தும் வாழ்கின்றன. பிராணிகளில் காணப்படும் பலவகை நிற வகைகளையும் ஆராய்ந்து அவை எவ்வாறு சூழ்நிலையின் பின்னணி யினை ஒட்டியும், அவைகளின் தற்காப்பிற்காகவும், உணவுத் தேடவும், வாழும் சூழ்நிலையின் நிறத்தைப் பெற்றும் உள்ளன என்பதையும் ஆராயலாம். இதுதவிர பலவகை நிறமானது பிராணிகளிடையே இனக் கவர்ச்சிக்கும், சில பிராணிகளின் ஆண்-பெண் வேறுபாட்டிற்கும் உதவுதலையும் அறியலாம்.

முடிவுரை

குறிப்பிட்ட பகுதி பற்றிய உயிரியல் ஆய்வுச் செயல் திட்டத் தின் இறுதிப் பகுதியாக பௌதிகச் சூழ்நிலை, உற்றுநோக்கலில் கண்ட தகவல்களின் அடிப்படையில் ஆராய்ந்து கண்ட முடிவு களைக் கொண்டு, எவ்வாறு அப் பகுதியில் உள்ள உயிரினங்கள் சூழ்நிலையோடு நேரடித் தொடர்புகொண்டு அதற்கேற்ப வாழ்கின் றன என்பதையும், சூழ்நிலையானது எவ்வாறு உயிரின வாழ்க் கையைக் கட்டுப்படுத்துகிறது என்பதையும், ஆய்வு செய்வோரின் ஆய்வு முடிவையும் கருத்தையும் கூறுவதாகும்.

மேற்கோள் நூற்பட்டியல்
(Bibliography)

DAVID, B. HENNESSY — Elementary Teacher's Class-room Science, Demonstration and Activities.

DAVID F. MILLER and GLENN W. BLAYDER — Methods and Materials for Teaching Biological Science.

ELIZABA ZACHARIA — The Teaching of Biological Sciences in Schools.

ELWOOD D. HEISS and ELLSWORTH S. OSBURN CHARLES W. HOFFMAN — Modern Science Teaching.

GHANSHAM DASS, L. — The Teaching of Science.

GREEN, T. L. — The Teaching of Biology is Tropical Secondary Schools.

GORDERA NUNN — Hand book Science Teacher. in Secondary Schools.

JEAN BREMNER — Teaching Biology.

NARENDERA VAIDYA — The Impact Science Teaching

NATHAN. S. WASHTON — Science Teaching in Secondary Schools.

N.C.E.R.T. PUBLICATIONS — 1. Biology—A Text book for Secondary Schools.
2. Evaluation in General Science.

ORIENT LONG MANS CO. — UNESCO. **Source book for Science Teaching.**

SAUNDERS, H. N. — The Teaching of general Science in Tropical Secondary Schools.

SCIENCE MASTERS ASSOCIATION — The Teaching of Science in Secondary Schools.

SHARMA & SHARMA — Teaching of Science.

SPENCER, D. A. — Photography to-day.

RAO, C. S. and The AMERICAN PEACE CORPS VALUNTEERS OF INDIA — Science Teachers Hand book.

WALTER A. THURBER and ALFRED T. COLLETLE — Teaching Science in Today's Secondary Schools.

சந்தானம், S. o'r துரைசிங், A.S. — பள்ளி நிர்வாக அமைப்பு—அடிப்படைக் கருத்துகள்.

N. சுப்பு ரெட்டியார் — அறிவியல் பயிற்றும் முறை.

ராம ராவ், U. — முதலுதவி.

கார்த்திகேயன் கம்பெனி — விஞ்ஞானம் கற்பிக்கும் முறைகள்.

கலைச்சொற்கள்

A

Ability	—	திறமை
Accuracy	—	துல்லியமாக
Acetic acid	—	அசிடிக் அமிலம்
Achievement test	—	அடைவுச் சோதனை
Adaptation	—	மாற்றி அமைத்தல்
Aesthetic skills	—	கலை உணர்ச்சித் திறன்கள்
Agriculture	—	வேளாண்மை
Ammonium hydroxide	—	அமோனியக் கரைசல்
Analysis	—	பாகுபாடுசெய்தல்
Anatomy	—	உறுப்பமைப்பியல்
Application	—	பயன்படுத்துதல்
Appreciation	—	உண்மையை உணர்ந்து போற்றுதல்
Aptitude test	—	நாட்டச் சோதனை
Aquarium	—	நீர்வாழ் பொருட்காட்சியகம்
Aquatic Insects	—	நீர்வாழ் பூச்சிகள்
Aquition of knowledge	—	அறிவினைப் பெறுதல்
Assignment	—	ஒப்படைகள்
Assorted bandages	—	புண்ணில் கட்டும் பலவகையான துணிகள்
Astronomy	—	வானநூல்
Auxilliary aids	—	உதவித் துணைக்கருவிகள்

B

Beaker	—	கண்ணுடிக்குவளை
Behaviour	—	நடத்தை
Biographical Method	—	வாழ்க்கை வரலாற்றுமுறை
Biological club	—	உயிரியல் கழகம்
Black board	—	கரும் பலகை
Blanket	—	சமுக்காளம்
Borax	—	போராக்ஸ்

Boric acid — போரிக் அமிலம்
Botanical garden — தாவரத் தோட்டம்
Bottles — சீசாக்கள்
Bromine — புரோமின்
Budding — முளைவிடுதல்
Bulletin board — செய்திப் பலகை
Burn cream — தீப்புண் பசை

C

Camel hair brushes — ஒட்டக பயிர்த்தூரிகை
Camera — நிழற்படக் கருவி
Capabilities — இயலும் தன்மை
Capacities — திறமைகள்
Carbolic acid — கார்பாலிக் அமிலம்
Challenging — அறைகூவல் விடக்கூடிய
Charts — மாதிரிப்படம்
Check list — சரிபார்ப்பதற்கான பட்டியல்
Chemical balance — வேதியியல் தராசு
Chlorine — குளோரின்
Clamp — பற்றுக்கட்டை
Classification — வகைபாடு
Common salt — சாதாரண உப்பு
Comparison — ஒப்பிடுதல்
Completion type — நிரப்பு வகை
Compound microscope — கூட்டு நுண்பெருக்காடி
Concave mirror — குழிஆடி
Concentric pattern — பொதுமைய வட்ட ஒழுங்கு
Concepts — கருத்துப்படிவம், பாடப் பொதுக் கருத்து
Consumable — செலவாகக்கூடிய
Control Experiment — கட்டுப்பாட்டுப் பரிசோதனை
Condenser — ஒளியைக் குவிக்கும் அமைப்பு
Content — பாடப்பொருள்
Continuity of matter — பொருள்களின் தொடர்ச்சி
Correlation of thought — தொடர்புபடுத்தி எண்ணுதல்
Creativity — ஆக்கத்திறன்
Critical thinking — திறனாய்வு முறையில் சிந்தித்தல்
Cross reference — குறுக்குக் குறிப்பு
Crude — திருத்தம் செய்யப்படாத

Cup-board — அடுக்குப் பலகை
Curriculum — கல்வி ஏற்பாடு
Cuts — வெட்டுக் காயங்கள்
Cuttings — போத்து நடுதல்

D

Dark room — இருட்டறை
Deductive Method — பகுத்தறி முறை
Definition — வரையறுத்துக் கூறல்
Demonstration Method — செய்துகாட்டும் முறை
Dettol — டெட்டால்
Diagnostic test — குறையறி சோதனை
Diaphragm — ஒளியைக்கட்டுப்படுத்தும்அமைப்
Diagram — புவிளக்க வரைபடம்
Discussion — கலந்துரையாடல்
Dissection — பகுத்து ஆய்தல்
Distilled water — வடித்த தூய்மையான நீர்
Divergent thinking — விரிசிந்தனைத் திறன்
Drill — பயிற்சி அளித்தல்
Dry walling — உலர்ந்த சுவர்
Dynamic — இயங்கும் நிலை

E

Ecological Habitat — செயற்கையான வாழ்விடம்
Egg cell — அண்ட அணு
Electric shock — மின் அதிர்ச்சி
Elements — தனிமங்கள், மூலக்கூறுகள்
Emergencies — எதிர்பாராத நெருக்கடிகள்
Enlarging — பெரிதுபடுத்துதல்
Enzymes — என்சைம், நொதிப்பொருள்
Eosin — இயோசின்
Epidiascope — எபிடயாஸ்கோப்பு
Epigeal germination — தரைமேல் விதை முளைத்தல்
Episcope — எபிஸ்கோப்பு
Evaluation — மதிப்பிடுதல்
Even Front System — சீர்முன்னணித் திட்டம்
Evolution — பரிணாம வளர்ச்சி
Eye-bath dropper — கண்கழுவும் கருவி
Exhibition — பொருட்காட்சி

F

Factors — ஏதுக்கள்
Facts — மெய்மைகள்
Field note book — களப்பதிவேடு
Field trips — வெளிப் பயணம்
Field work — களப்பணி
Finance — நிதிநிலை
First-aid — முதலுதவி
Fisheries — மீன்வளத் துறை
Fission — பிளவுபடல்
Flannel-board — பிளானல் பலகை
Follow-up-work — பின் தொடர்பணி
Food chains — உணவு சங்கிலித் தொடர்ச்சி
Forceps — சாமணம்
Formalin — பார்மலின்
Fossils — புதைபடிவங்கள்
Fragility — உடையும் தன்மை
Frustrating — எண்ணக் குலைவு

G

Gallery — இருக்கை அடுக்கு முறை
Garden shed — தோட்டக் குடில்
Gas supply — வாயு வழங்குதல்
Generalization — பொதுவிதி காணல்
Genetic in heritance — மரபுநிலை வழிவழிப் பண்புகள்
Geology — மண்ணூல்
Gills — செவுள்கள்
Glass slide projector — கண்ணாடி கழுவப் புரொஜெக்டர்
Glomerulus — சிறுநீரக முடிச்சு
Glycerine — கிளிசரின்
Grafting — ஒட்டுதல்
Green house — அருஞ்செடிகளை வளர்க்க உதவும் கண்ணாடிக் கூடு
Group discussion — குழு கலந்துரையாடல்
Group rotation system — தொகுதி சுழற்சித் திட்டம்
Group's social influence — குழு சமூக ஆதிக்கம்
Group work — குழு வேலை
Guidance — மேலாண்மை உதவி
Guide book — துணை நூல், வழிகாட்டி நூல்

H

Hand tools — கைவேலைக்கான கருவிகள்
Herbarium — உலர் தாவரத் தொகுப்பு
Herbartian steps — ஹெர்பர்டின் படிகள்
Heuristic Method — தானே கண்டறியும் முறை
High power — உயர் திறன்
Historical Method — வரலாற்று முறை
Hobbies — ஈடுபாட்டுக் கலை
Home assignment — வீட்டு ஒப்படைகள்
Human physiology — மானிட உடற்கூறு நூல்
Hybrids — கலப்பினங்கள்
Hydrilla — வேலம்பாசி
Hypogeal germination — தரைகீழ் விதை முளைத்தல்
Hypothesis — கருதுகோள்

I

Identification — இனம் காணுதல்
Improvised apparatus — சொந்தமாகத் தயாரிக்கப்பட்ட துணைக் கருவிகள்
Independence — தற்சார்புத் தன்மை
Indian Ink — இந்திய மை
Inductive Method — தொகுத்தறி முறை
Inference — அனுமானம்
Informal — இயல்பான
Ingenuity — கூர்மதி, புது புனைத்திறன்
Initiative — தன்முனைப்புத் தன்மை
Innovation — புதுமுறைக் காணுதல்
Insectivorous bulbs — பூச்சிகளை உண்ணும் தாவரம்
Inspirational books — கிளர்ச்சியூட்டும் நூல்கள்
Instinct — இயல்பூக்கம்
Instinct of acquisition — திரட்டூக்கம்
Instinct of curiosity — ஆவலூக்கம்
Instinct of Construction — கட்டூக்கம்
Instructional Cards — செய்முறைக் குறிப்பு அட்டைகள்
Instructional Material — போதனை சாதனங்கள்
Instructional sheet — அறிவுரைத் தாள்
Interest — கவர்ச்சி
Introduction — முன்னுரை

K

Killing jar — பூச்சியைக் கொல்லும் ஜாடி

L

Laboratory Instructions — ஆய்வகச் செய்முறைக் குறிப்புகள்
Laboratory Manual — ஆய்வகத் துணை நூல்
Layering — பதியம் போடுதல்
Lead — காரீயம்
Learning Experience — கற்றல் அனுபவம்
Lecture Method — விரிவுரை முறை
Library — நூலகம்
Life history — வாழ்க்கை வரலாறு
Lime water — சுண்ணும்பு நீர்
Low power — குறைதிறன்
Lysol — லைசால்

M

Magic Lantern — படம் பெருக்கி
Male nucleus — ஆண் உட்கரு
Manometer — மானோமீட்டர்
Matching type — இணைப்பு வகை
Maturity of mind — மன முதிர்ச்சி
Measuring jar — அளவு ஜாடி
Medulla — மெடுல்லா
Memory aids — நினைவுத் துணைக்கருவிகள்
Mesophyll cells — இலை நடுச் சோற்றணு
Micro projector — மைக்ரோ புரொஜெக்டர்
Microscope — நுண்பெருக்காடி
Mirror — ஆடி
Models — மாதிரிப் பொருள்கள்
Mole — துள்ளெலி
Monotony — சலிப்பூட்டுதல்
Morphology — உருவவியல்
Mosses — பாசங்கள்
Motion pictures — அசையும் திரைப்படங்கள்
Multiple choice — பல்விடையில் தேர்வு
Museum — அருங்காட்சியகம்
Mutation — திடீர் மாற்றம்

N

Nature Calender — இயற்கை நாட்காட்டி
Needle — ஊசி
Neutralize — மறுவினையால் பயனற்றதாக்கு
Novelty — புதுமை
Nucleic acid — உட்கரு அமிலம்

O

Objective type — புறவயத்தேர்வு வகை
Objectivity — புறவயப்பட்ட தன்மை
Observation — உற்று நோக்குதல்
Olive oil — ஆலிவ் எண்ணெய்
Optical aids — ஒளியியல் துணைக்கருவிகள்
Oral Method — வாய்மொழி முறை
Oral test — வாய்மொழிச் சோதனை
Organisation — ஒழுங்கமைப்பு
Osmosis — சவ்வூடுபரவுதல்
Over view — மேல்நோக்கு
Ovule — சூல்

P

Pamphlets — துண்டுவெளியீடு
Pelvis — பெல்விஸ்
Permanent Stock register — நிரந்தர இருப்புப் பதிவேடு
Persistence — விடாப்பிடியாக இருக்கும் இயல்பு
Personel hygien — தன் சுகாதாரம்
Petrol-air gas plant — பெட்ரோல் காற்று-வாயு அமைப்பு
Phase — நிலைகள்
Photos — நிழற்படங்கள்
Phylum — தொகுதி
Physiology — உடலியல், உடற்கூறு நூல்
Picric acid — பிக்ரிக் அமிலம்
Pipette — பிப்பெட்டு
plankton — மிதக்கும் நுண்உயிரிகள்
Plastic clay — வண்ணசீமைக் களிமண்
Poison — நச்சுப் பொருள்
Potassium permanganate — பொட்டாசியம் பர்மாங்கனேட்
Potometer — போட்டோ மீட்டர்

Problem Method	—	பிரச்சினை முறை
Practicable	—	நடைமுறைக்கு ஏற்ற
Practical Method	—	செய்முறைப் பயிற்சி முறை
Practical Record	—	செய்முறைப் பதிவேடு
Precautions	—	முன்னெச்சரிக்கைகள்
Prognostic test	—	முன்னறி சோதனை
Progress Record	—	முன்னேற்றப் பதிவேடு
Projector	—	பிம்பம் வீழ்த்தும் கருவி
Project Method	—	செயல்திட்ட முறை
Pseudopodia	—	பொய்க்கால்கள்
Psychological value	—	உளவியல் பயன்

R

Racks	—	பரண்கள்
Radiation	—	கதிர்வீச்சு
Radio	—	வானொலி
Recall	—	மீண்டும் நினைவுக்குக் கொண்டு வருதல்
Recapitulation	—	தொகுத்துக் கூறுதல்
Recognition	—	மீட்டறியும் திறன்
Recording	—	பதிவுசெய்தல்
Record player	—	ஒலிப்பதிவுத்தட்டு இசைக்கும் கருவி
Reference books	—	மேற்கோள் நூல்கள்
Reflective thinking	—	ஆய்ந்துபார்க்கும் இயல்புடைய சிந்தித்தல்
Rehearse	—	ஒத்திகை பார்ப்பது
Reliability	—	நம்பகத் தன்மை
Repetition	—	மீண்டும் செய்தல்
Resource	—	மூலவளம்
Retention	—	நினைவிலிருத்தல்
Review	—	மீள்பார்வை
Revolution	—	சூழற்சி
Rockery	—	செயற்கையாக அமைக்கப்பட்ட சிறிய குன்றின் மீது செடி வளர்த்தல்
Role playing	—	பங்கேற்றல்
Rolling black board	—	சுருள் கரும்பலகை
Ruotine	—	ஒழுங்குமுறை

S

Safty pins	—	ஊக்குகள்
Sand paper	—	மணல் தாள்
Science club	—	அறிவியல் கழகம்
Scientific interest	—	அறிவியல் கவர்ச்சி
Scientific skills	—	அறிவியல் திறன்கள்
School Assignments	—	பள்ளி ஒப்படைகள்
School garden	—	பள்ளித் தோட்டம்
Scissors	—	கத்தரிக்கோல்
Self adhesive tape	—	தானாக ஒட்டிக்கொள்ளும் நாடா
Self-Sufficiency	—	சுய தேவைப் பூர்த்தி
S helves	—	அலமாரிகள்
S hrew	—	மூஞ்சூறு
Silver nitrate	—	வெள்ளி நைட்ரேட்
Sink	—	கழிநீர்த் தொட்டி
Skills	—	திறன்கள்
Smelling salt	—	முகரும் உப்பு
Social heritage	—	சமூக மரபு
Social power	—	சமூக அதிகாரம்
Social Service Squade	—	சமூக சேவைக் குழு
Social skills	—	சமூகத் திறன்கள்
Sodium Carbonate	—	சோடியம் கார்பனேட்
Specimen jar	—	உயிரினப் பொருள்களைப் பதப படுத்தி வைக்கும் ஜாடிகள்
Spongy parauchyma	—	பஞ்சுச் சோற்றணுச் செல்
Spoon	—	கரண்டி
Staining	—	வண்ணமிடுதல், சாயமிடுதல்
Standardization of test	—	சோதனையை உருநிலையாக்குதல்
Static	—	நிலையாக
Still pictures	—	அசையா நிழற்படங்கள்
Stock Register	—	இருப்புப் பதிவேடு
Stomata	—	இலைத்துளை
Stools	—	குந்துமனை, இருக்கை
Store Room	—	சேகர அறை
Structure	—	அமைப்பு
Stuffing of birds	—	பறவைகளைப் பதப்படுத்துதல்
Sublimation	—	மடைமாற்றம்
Sulphanilamide Cream	—	சல்பானிலமைடுப் பசை
Snmmarization	—	சுருக்கிக் கூறல்

Superior adjustment — உயர்ந்த பொருத்தப்பாடு
Survey project — அளவாய்வு செயல்திட்டம்
Sweat gland — வியர்வைச் சுரப்பி
Switch — சொடுக்கி, மின்விசைத் திருப்பான்
Syllabus — பாடத்திட்டம்
Synthesis — ஒருங்கிணைத்தல்

T

Tabulation of data — மெய்ச் செய்திப்பட்டியல்
Tape recorder — பதிவு நாடா
Taxonomy — பகுப்பியல்
Teaching aids — கற்பித்தலுக்கான துணைக் கருவிகள்
Teaching methods — கற்பிக்கும் முறைகள்
Teaching unit — கற்பிக்கும் அலகு அல்லது கற்பிக்கும் பகுதி
Television — டெலிவிஷன், தொலைக்காட்சி
Text-book — பாடநூல்
Thermometer clinical — சுரமானி
Three dimentional — கனபரிமாண அளவுள்ள
Trial and error method -- முயன்று தவறிக் கற்பிக்கும் முறை
Tincture of Iodine — டிஞ்சர் அயோடின்
Topic Method — பாடத் தலைப்பு முறை
Tourniquet — இரத்தம் தடுக்கும் கருவி
Transpiration — நீராவிப்போக்கு
Trap — பொறி

U

Understanding — புரிந்துகொள்ளுதல்
Unit — அலகு, பாடப்பகுதி
Unit Method — அலகு முறை
Up-to-date — இன்றைய நிலைவரை

V

Validity — ஏற்புடைமை
Variety — மாறுதல், மாறுபட்ட முறை
Vasculum — தாவரங்களை உலராமல் காக்கும் பேழை

Vaseline — வாசிலின்
Vegetative mode of reproduction — கலவிலா இனப்பெருக்கம்
Verandah — தாழ்வாரம்
Visibility — காணக்கூடிய நிலை
Visual aids — காட்சித் துணைக்கருவிகள்
Vivarium — நிலவாழ் பிராணிகளை வளர்த்தல்

W

Wall black board — சுவர்க் கரும்பலகை
Watch glass — கண்ணாடித் தட்டு
Water supply — நீர்வசதி
Wire gauze — கம்பி வலை
Work bench — பரிசோதனைக்கான பலகை

X

Xylem — சைலம் அல்லது சிறிய உட்குழாய்கள்
Xylol — சைலால்